

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**

**Fakulta strojní**

**Institut dopravy**

**Koncepce inovačního řešení skladování svitků v podniku**  
**Innovation Layout Planning Coception of Metal roll Stock in a**  
**Company**

Student:

Bc. Tomáš Bačík

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. -autorský zákon, zejména §35 -užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 -školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo-diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdání své práce souhlasím s zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

**V Ostravě**

.....

.....

**podpis studenta**

**ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Bačík Tomáš Koncepce inovačního řešení skladování svitků v podniku  
 Institut dopravy, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava 2009.  
 Diplomová práce, vedoucí doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
 50 stran, rozsah grafických prací 32 A4.

Diplomová práce zpracovává návrh koncepci skladování svitků v podniku pro skladovaný materiál ocelový plech EN 10327. Úvod diplomové práce obsahuje přehled situace ve skladování svitků plechů, hodnotí její současný stav. Dále řešební část na možné způsoby skladování svitků. V této části hodnotím různé alternace skladů svitků. Hodnotí se jejich použití, výhody a nevýhody. Zde si volím jednu z variant, kterou pak následně řeším. Dále provádím konstrukční návrh skladovacího systému a konstrukční návrh odebírání svitků a polotovaru ze skladu. Provádím výpočet konstrukce skladovacího systému včetně využití modelování konečnými prvky a potřebné kapacitní a technologické výpočty.

**ANOTATION OF THESIS**

Bačík Tomáš Innovation Layout Planning Conception of Metal Roll Stock in a Company  
 Institut of Transport, Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava 2009.  
 Thesis, supervisor doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.  
 50 pages, graphs 32 A4.

Dissertation is processing design of conception of storing coiled sheets in company for stored material sheet iron EN 10327. Introduction of dissertation includes review of situation in storing coiled sheets and evaluation of current situation. Next is search part for possible ways of storing coiled sheets. I evaluate various alternance of storing coiled sheets here. Theirs using, advantages and disadvantages are evaluating. I choose one of the variation which I solve consequently. In next part I implement engineering design of storage system and engineering design of extracting coiled sheets and ovenware from store. I implement calculation of construction of storage system including usage of simulation by closing components and necessary capacity and technological calculation.

<b>1</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1</b>	<b>Popis zadavatele práce firmy Kardex.....</b>	<b>10</b>

<b>1.2</b>	<b>Popis skladovacích možností.....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Návrh uspořádání areálu skladu.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Základní rozdělení skladů.....</b>	<b>13</b>
<b>1.2.3</b>	<b>Vlastnosti skladovaných materiálů.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3</b>	<b>Zadaný materiál.....</b>	<b>14</b>
<b>1.3.1</b>	<b>Správné skladování svitků plechu a jeho polotovaru.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Způsoby skladování svitků plechů a jejich polotovaru.....</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Ocelové plošiny .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Technická specifikace.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Paletové regály .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2.1</b>	<b>Paletové regály vjezdné a průjezdné.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Paletové regály spádové.....</b>	<b>21</b>
<b>2.3</b>	<b>Plastové zarážky.....</b>	<b>22</b>
<b>2.4</b>	<b>Schránky na svitky plechů.....</b>	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>Manipulace se svitky plechů a jejími polotovary.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Manipulační vozíky.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Vysokozdvýžné vozíky.....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Retraky.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Systémové vozíky.....</b>	<b>27</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Další používaná manipulační technika.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2</b>	<b>Manipulace pomocí kleští a nosičů svitků a jejich polotovaru.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.1</b>	<b>Teleskopické kleště bez točny.....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Teleskopické kleště s točnou.....</b>	<b>29</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Nosič svitků horizontálně stavitelný.....</b>	<b>30</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Nosič svitků horizontálně stavitelný motorický.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Nosič svazků plechů horizontálně motorický.....</b>	<b>32</b>
<b>4</b>	<b>Projekční návrh systému skladování .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika skladu .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Původní charakter skladu .....</b>	<b>33</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Nový charakter skladu .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>Vhodné variaty skladování svitků a jeho polotovaru .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1</b>	<b>Vhodné variaty skladování svitků .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1.1</b>	<b>Skladování svitků pomocí schránek .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2.1.2</b>	<b>Skladování svitků pomocí kolejnic s klíny .....</b>	<b>38</b>

4.2.2	Vhodné variaty skladování polotovaru svítků .....	39
4.2.2.1	Skladování pomocí konzolových regálů .....	39
4.2.2.2	Skladování pomocí paletových regálů .....	41
4.3	Zvolený systém skladování .....	42
5	Výpočet konstrukce skladovacího systému .....	43
5.1	Kolejnicový systém s plastovými zarážkami .....	43
5.2	Konzolový regál .....	44
5.2.1	Oboustranný konzolový regál .....	44
5.2.1.1	Tvorba modelu .....	44
5.2.1.2	Materiálové vlastnosti: pro materiál 11 373.....	44
5.2.1.3	Schéma rámu.....	45
5.2.1.4	Rozložení síly F do všech uzlů na rameni .....	46
5.2.1.5	Sít'ování (meshing).....	46
5.2.1.6	Zavedení okrajových podmínek .....	47
5.2.1.7	Výpočet elastické ztráty stability materiál .....	47
5.2.1.8	Výpočet statické analýzy .....	48
5.2.1.9	Deformovaný rám .....	49
5.2.1.10	Zhodnocení výsledků výpočtu pomocí MKP Ansys .....	50
5.2.2	Jednostranný konzolový regál .....	50
5.2.2.1	Tvorba modelu .....	50
5.2.2.2	Materiálové vlastnosti: pro materiál 11 373.....	50
5.2.2.3	Schéma rámu.....	51
5.2.2.4	Rozložení síly F do všech uzlů na rameni .....	52
5.2.2.5	Sít'ování (meshing).....	52
5.2.2.6	Zavedení okrajových podmínek .....	53
5.2.2.7	Výpočet elastické ztráty stability materiál .....	53
5.2.2.8	Výpočet statické analýzy .....	54
5.2.2.9	Deformovaný rám .....	55
5.2.2.10	Zhodnocení výsledků výpočtu pomocí MKP Ansys .....	56
6	Odebírání svítků a polotovarů ze skladu... ..	56
6.1	Pomocí manipulační techniky(Retrak) .....	56
6.2	Pomocí teleskopických kleští s točnou .....	58
6.3	Jiné varianty manipulační techniky.....	58
6.3.1	Vysokozdvížné vozíky .....	59

<b>6.3.2</b>	<b>Systémové vozíky .....</b>	<b>59</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Paletovací vozíky .....</b>	<b>60</b>
<b>7</b>	<b>Celkové zaskladnění skladu sítku... ..</b>	<b>61</b>
<b>7.1</b>	<b>Ukazatel využití skladové plochy.....</b>	<b>61</b>
<b>7.2</b>	<b>Závěrečné zhodnocení skladu.....</b>	<b>61</b>
<b>8</b>	<b>Závěr.. ..</b>	<b>62</b>
<b>9</b>	<b>Použitá literatura.....</b>	<b>64</b>
<b>10</b>	<b>Seznam příloh.....</b>	<b>66</b>
<b>10.1</b>	<b>Výkresová dokumentace.....</b>	<b>66</b>

**Přehled používaných značek:**

$S$	je plocha pro skladování materiálu	$[m^2]$
$S_c$	je celková plocha skladu	$[m^2]$
$K_s$	ukazatel využití skladové plochy	$[\%]$
$\delta$	maximální deformace je	$[mm]$
$F$	kritická síla	$[N]$
$E$	modul pružnosti v tahu	$[MPa]$
$\mu$	Poissonovo číslo	$[-]$



# **1 Úvod**

## **1.1 Popis zadavatele diplomové práce firmy Kardex.**

S více než 75.000 instalovanými systémy za posledních 35 let je skupina Kardex-Remstar International celosvětově jedním z největších výrobců systému průmyslové a kancelářské logistiky. Skupina firem Kardex má sídlo jako Kardex AG ve švýcarském Curychu. Kardex AG je od roku 1987 kótována na burze v Curychu. Kvalita, inovace, ekologie a kvalifikovaní pracovníci jsou nosnými sloupy podnikové filozofie Kardexu. Na celém světě důvěřují zákazníci všech oborů produktům firmy Kardex [ [www.Kardex.cz](http://www.Kardex.cz), 2009].



**Obr.1 Centrální pobočka v Curychu.**

Kardex nabízí rozsáhlý výběr automatizovaných skladových a přístupových řešení, která zvýší produktivitu podniku a optimálně využijí dostupný prostor.

Kardex s.r.o., člen skupiny KARDEX, působí na českém trhu 13 let. Během této doby bylo v České republice instalováno přes 700 systémů a s více než 300 instalovanými aplikacemi softwarových produktů se společnost etablovala také jako prodejce skladového a archivačního softwaru. Prodejní tým zaměřený na skladovací nebo kancelářskou techniku je zde proto, aby poskytl nejlepší řešení, které zajistí různým společnostem lepší konkurenceschopnost v každodenních činnostech. Nachází efektivní řešení, které zvyšují efektivitu práce, ať už zákazník skládá komponenty, materiál, případně hledá řešení pro svojí spisovnu či kancelář [ [www.Kardex.cz](http://www.Kardex.cz), 2009].

Se dvěmi důležitými sídly v České Republice podává Kardex s.r.o. a dceřiná společnost Kardex Systém AG vynikající výsledky jako přední distributor systému skladové a kancelářské logistiky. Kvalita, inovace a vynikající spolupracovníci jsou stále nosnými pilíři firmy Kardex [ [www.Kardex.cz](http://www.Kardex.cz), 2009].

## **1.2 Popis skladovacích možností.**

Slovem sklad nebo skladiště označujeme obecně jakékoliv speciální prostory určené pro skladování nějakého materiálu (surovin, výrobků, domácích či kancelářských potřeb, jednotlivých technických součástí atd. apod.), ve smyslu jejich trvalého uchování v nezměněném stavu. Sklady jako takové jsou součástí převážné většiny průmyslových, obchodních, zemědělských a jiných komerčních organizací a zde mohou mít mnoho různých účelů, velikostí i provedení, od malých místností uvnitř kancelářských budov, přes zastřešené přístřešky na dvoře závodu až po velké zastřešené skladovací areály umístěné poblíž velkých obchodních center, u dopravních překladišť (přístavy, nákladová nádraží, cargo terminály na letištích) či ve velkých výrobních podnicích [ [www.Wikipedie.cz](http://www.Wikipedie.cz), 2009 ].



**Obr.2 Skladovací prostor.**

### **1.2.1 Návrh uspořádání areálu skladu**

#### **A) Realizace skladu.**

Při úvaze vybudovat nový skladový areál následuje klíčová otázka: v jaké lokalitě a na jakém konkrétním místě by to bylo pro danou firmu nejvýhodnější.

Prvním sledovaným kritériem je kvalitní a dostatečně kapacitní dopravní napojení, především silniční. Důležité jsou také vzdálenosti, na které budou vstupy a výstupy do a ze skladu. Kromě dopravního napojení záleží na dalších parametrech daného území. Tvar pozemku určuje možnou velikost pravoúhlých budov, výrazné rozdíly ve výškové úrovni znamenají dodatečné náklady na srovnání terénu [ [www.skladuj.sk](http://www.skladuj.sk), 2009].



**Obr.3 Realizace skladu**

#### **B) Návrh vnitřního uspořádání areálu zahrnuje zejména:**

- řešení přístupových/ obslužných komunikací,
- organizaci dopravy v areálu (směrování, značení, ...),
- odstavování a parkování nákladních vozidel,
- řešení přístupu a parkování osobních vozidel jak pro zaměstnance tak pro návštěvy areálu  
(vnější a areálové parkoviště),
- řešení manipulačních ploch a zásobovacích dvorů.

Samotné projektování takovýchto areálů přináší nutnou koordinaci všech podílejících se profesí. Řešení je komplexní výstup architektů, stavebních a profesních inženýrů.

Také při návrhu vnitřní dispozice objektů je možné mnoho získat. Podstatný vliv na efektivitu využití prostoru má rozteč a umístění sloupů. Využití podlahové plochy samozřejmě roste s výškou budovy. Počet nakládacích vrat a jejich umístění ve stěnách skladové budovy také musí vycházet z uvažovaných materiálových toků [ [www.skladuj.sk](http://www.skladuj.sk), 2009].

### **1.2.2 Základní rozdělení skladů.**

#### **A) Sklady v průmyslu**

Velké výrobní podniky musí být vybaveny většími či menšími jak sklady pro uskladnění vstupních surovin a technických dílů, tak sklady pro uskladnění svých finálních výrobků. Skladování jako takové je ale z ekonomického hlediska neefektivní činnost, neboť akumuluje (umrtvuje) lidskou práci a finanční zdroje do skladovacích prostor, které nic neprodukují, neboť výrobky a materiály zde uskladněné nijak neslouží svému původnímu účelu. V současných moderních ekonomikách existuje tudíž cílená snaha omezit jakékoliv skladování surovin, materiálů, výrobků apod. Na nezbytně nutné minimum, v ideálním případě neskladovat vůbec nic - což ale v praxi není možné [ [www.skladuj.sk](http://www.skladuj.sk), 2009].

#### **B) Sklady v obchodu**

Sklady tvoří nezbytnou infrastrukturu zejména v mezinárodním obchodu a při velkoobchodní činnosti, svoje sklady mají ale i malé maloobchodní prodejní jednotky. Speciální skladování netrvanlivých potravin může být úzce spojeno například s jejich zamražením respektive zmrazováním a dalšími metodami speciální konzervace a obchodní adjustáže.

#### **C) Speciální sklady**

Speciální sklady se používají zejména v chemickém průmyslu při skladování výbušných, snadno hořlavých či zdraví člověka ohrožujících materiálů, při skladování výbušnin, trhavin a vojenské munice, dále též při skladování radioaktivních materiálů apod. Pro skladování podobných látek a předmětů platí zvláštní právní normy, předpisy a nařízení, kterými je povinen se provozovatel příslušného skladu řídit [ [www.skladuj.sk](http://www.skladuj.sk), 2009].

### **1.2.3 Vlastnosti skladovaných materiálů**

Skladování je v současné době jeden z nejskloňovanějších pojmů na Českém i zahraničním trhu. Každá firma, závod, společnost a i dokonce malá dílna se s tímto pojmem setkávají. Skladování je závislé na potřebě firmy, která sklad provozuje. Sklady jsou řešeny podle vlastností skladovaného materiálu.

Mezi tyto vlastnosti patří například tyto:

#### **A) Skupenství materiálu:**

- A.1 Kapalně skupenství
- A.2 Plynně skupenství
- A.3 Pevně skupenství

#### **B) Mechanické vlastnosti:**

- B.1 Tvar materiálu
- B.2 Velikost materiálu
- B.3 Hmotnost materiálu

#### **C) Další vlastnosti**

- C.1 Zda se jedná o sypký materiál, kapaliny, nebo pevný materiál.
- C.2 Doba skladování
- C.3 Chemické vlastnosti
- C.4 Počet skladovaných kusů

Sklady mohou být také vnitřní nebo venkovní. Vše je odvozeno od skladovaného materiálu nebo jeho polotovaru, taktéž hotového výrobku. Všechny tyto parametry jsou zpracovány a vyhodnoceny. Konečnou podobou těchto parametrů je plně funkční sklad. Plně funkčním skladem rozumíme. Sklad je dobře situován v prostorách závodu, je plně využit jeho skladovací prostor v závislosti, na dostačujícím prostoru pro manipulační techniku, odpovídá platným normám Evropské Unie, splňuje podmínky bezpečnosti a provozu práce [www.skladuj.sk, 2009].

### **1.3 Zadaný materiál**

Materiál zadaný firmou Kardex je ocelový svitek a jeho polotovary. Norma materiálu je EN 10327 a hmotnost 5790 kg.



Tato norma stanoví požadavky na ploché výrobky z hlubokotažných ocelí, kontinuálně žárově pokovené povlakem zinku (Z), slitinou zinek-železo (ZF), slitinou zinek-hliník (ZA), slitinou hliník-zinek (AZ) a slitinou hliník-křemík (AS), vyráběné v tloušťkách od 0,35 mm do 3,0 mm, pokud není dohodnuto jinak. Jako tloušťka platí konečná tloušťka dodávaných výrobků po pokovení. Tato norma platí pro pásy všech šířek, plechy vyrobené stříháním širokých pásů (šířka  $\geq 600$  mm) a pro pruhy (šířka  $< 600$  mm). Po dohodě se může tato norma používat také pro kontinuálně žárově pokovené ploché výrobky tloušťek nad 3 mm. Výrobky podle této normy jsou vhodné pro takové účely použití, kde se vyžaduje minimální mez kluzu a odolnost korozi. Odolnost korozi slitiny je úměrná tloušťce povlaku, tedy k jeho hmotnosti [www.cws-anb.cz, 2009]. Zadaný svitek má základní rozměr: Průměr = 670 mm o šířce = 1000 mm.



**Obr.4 Svitky plechů a jejich polotovary.**

### **1.3.1 Správné skladování svitků plechů a jeho polotovarů.**

1. Skladovat dodaný materiál jen v krytých, suchých a větraných prostorách chráněných před náhlými výkyvy teplot.
2. Neskladovat v blízkosti bran a dveří.

3. Skladovat jen suchý materiál na suchých a hladkých podložkách minimálně 150 mm od podlahy.
4. V případě, že materiál během dopravy navlhl či namokl, urychleně odstranit ochranný obal a uskladnit materiál v šikmé poloze, tak aby voda z mezi plechů vytekla. Zabezpečit jeho urychlené vysušení ohřívačem nebo proudem teplého vzduchu (tento postup je doporučeno použít i v případě, že teplota přepravovaného materiálu je nižší než teplota skladu).
5. Dodržet zákaz skladování vlhkého materiálu se zbytky vody anebo se zkondenzovanou vlhkostí.
6. Rozbalený materiál použít pouze pro jeho účel a v co nejkratší době.



**Obr.5 Vnitřní sklad svitků plechů a jejich polotovaru**

7. Materiál skladovat venku za dodržení těchto podmínek:
  - a) neskladovat materiál s ochrannou fólií na slunečném místě;
  - b) uložit materiál v šikmé poloze, aby mohlo dojít ke stečení nežádoucích kondenzátů;
  - c) odstranit obalovou fólii a materiál přikrýt tak, aby bylo zabezpečeno dostatečné větrání, ochrana před deštěm a materiál se nedotýkal krycího materiálu.

d) Proložit materiál při dlouhodobém skladování trámky pro provětrání kvůli minimalizaci vzniku kondenzátu.



**Obr.6 Venkovní uskladnění svitků plechů a jejich polotovarů.**

## **2 Způsoby skladování svitků plechů a jejich polotovarů**

Pro zadaný materiál ocelový plech EN 10327 ve formě svitků a nebo jejich polotovarů jsou vhodné tyto typy řešení skladování:

### **2.1 Ocelové plošiny**

Ocelové plošiny poskytují optimální využití prostoru přízemí a plošiny. Nosná konstrukce plošin je vyrobena z válcovaných profilů nebo profilů SIGMA. Přístup na podlaží je prostřednictvím schodiště. Přísun zboží na plošinu se uskutečňuje přes předávací místo nebo zdvižnou plošinou [ [www.dirp.cz](http://www.dirp.cz), 2009].





**Obr.7 Ocelová plošina.**

Ocelová plošina rozdělí horizontálně prostor na několik pater. Na rozdíl od patrových skladů je nosným prvkem podlahy nikoliv regálový systém, ale rastr ocelových sloupů navržen dle rozměrů a zatížení ocelové plošiny [ [www.dirp.cz](http://www.dirp.cz), 2009].

### **2.1.1 Technická specifikace:**

- světlá výška plošiny min. 2100 mm dle ČSN
- rovnoměrné zatížení plošiny 300-800 kg/m<sup>2</sup>
- pokrytí plošiny: dřevodeska, podlahové zinkované panely, pozinkované ocelové polorošty, ocelové plechy (žebrovaté nebo s oválnými výstupky)
- možnost vícepodlažních plošin
- variantně možno doplnit osvětlením
- barevné provedení: základní odstín modrá RAL 5010



**Obr.9 Koncepce ocelové plošiny.**

## **2.2 Paletové regály**

Paletové regálové systémy (nebo také příhradové regálové systémy) jsou základním řešením pro sklady a logistická centra, kde je manipulováno se zbožím uloženým na paletách pomocí manipulační techniky. Výkonnost skladu je závislá na funkčnosti zvoleného regálového systému. Paletový regálový systém se skládá z rámců a nosníků, kde nosníky tvoří vždy jednotlivá úložná patra.

Stavebnicový systém pro výšky až do 20 m a pro zatížení buňky do 6 500 kg. Regálové sloupy jsou šroubované pro nosnosti sloupce i přes 20 t . Nosníky palet vyráběny v libovolné délce a řadě průřezů, jsou přestavitelné bez šroubových spojů. Regálové buňky možno doplnit příčnickami, plechovými policemi, dřevem, deskou, rošty apod. [ [www.paletove-systemy.cz](http://www.paletove-systemy.cz), 2009].



**Obr.10 Paletové regály**

**Výhody paletových regálů:**

- a) Široký sortiment pro skladování lehkých až extrémně těžkých palet
- b) Široká řada možností se základními komponenty a doplňky
- c) Návrh specifických zákaznických řešení skladování

**2.2.1 Paletové regály vjezdné a průjezdné.**

Obsluha regálů je z jedné strany (vjezdné regály) nebo z obou stran (průjezdné regály). Vhodné pro skladování většího množství zboží stejného druhu.

Regálové sloupy jsou šroubované, doplněné konzolami a pozinkovanými profily pro uložení palet v kanále. Regály je možno doplnit bočním vedením pro vozíky v kanále podle délky kanálu. Mají nosnost až do 6 500 kg. Vjezdné regály mají výhodu minimalizace uliček pro manipulační techniku, tzn. maximální využití kapacity skladu. Regály se dají snadno přestavět na různé nosnosti, výšky a počty palet nad sebou, jsou variabilní [ [www.paletove-systemy.cz](http://www.paletove-systemy.cz), 2009].





**Obr.11 Vjezdné a průjezdné paletové regály.**

**Výhody vjezdových regálů:**

- a) Pevná konstrukce s velkou nosností z důvodu bezpečnosti
- b) Podpěrná konstrukce je optimalizována podle skladové jednotky
- c) Blokované skladování zboží
- d) Princip poslední dovnitř/první ven

**2.2.2 Paletové regály spádové.**

Stavebnicový systém pro EUR dřevěné palety (možno dopravovat podélně i napříč) a i pro palety Gitterbox (DIN 15155), které je opět možno dopravovat podélně i napříč. Pohyb palety ze vstupní strany na výstupní stranu probíhá vlastní vahou na nakloněných válečkových tratích se sklonem kolem 3 - 5 %. Součástí dodávky jsou brzdy válečků, které zajišťují regulaci rychlosti palet. Jejich nosnost je 6 000 kg [ www.dirp.cz, 2009].



**Obr.12 Spádové paletové regály.**

**Výhoda spádových paletových regálů:**

- a) Princip první dovnitř, první ven
- b) Z bezpečnostních důvodů přístupná jedna paleta
- c) Válečky nesoucí zatížení mohou být optimalizovány pro těžké palety
- d) Regály se vyznačují vysokou spolehlivostí
- e) Regálové systémy splňují všechny bezpečnostní požadavky
- f) Vyrobeno z pevných konstrukcí

**2.3 Plastové zarážky**

Nové flexibilní zařízení, vyvinuté pro expediční sklady studených válcoven, ocelových svitků, vzniklo z úzké spolupráce s mezinárodním ocelářským průmyslem. Novinkou ve skladování ocelových svitků je rošt KLP RollStop Systém s kolejnicemi a zarážkami z plastu.



**Obr.13 Plastové zarážky**

Po obalových materiálech jsou zarážky revoluční aplikací plastů ve válcovných plechu. Jednoduché a ekonomické zařízení KLP RollStop Systém využívá systému plastových ozubených kolejnic na podlaže skladů svitkových materiálů, na něž jsou nasazeny plastové zarážky RollStops ve formě klínů. Řešení účinně brání samovolnému pohybu svitků. Zarážky jsou použitelné do teploty 60 °C, netrpí korozí a neabsorbují vodu ani olej. Předností systému je rovněž vhodná geometrie zarážek, vylučující otlaky na skladovaných svitcích. RollStop Systém je přezkoušen TÜV a vyhovuje požadavkům bezpečnosti a ochrany zdraví při práci při skladování a zpracování svitků všeho druhu. Systém je vhodný pro skladování svitků průměru 680 až 2500 mm a se 4 zarážkami RollStops snese zatížení až 100 tun. Umožňuje skladování svitků ve dvou až třech vrstvách nad sebou a užívá vlastního počítačového programu KLP CoilStappel, pracujícího v prostředí Windows, pro určení vhodné konfigurace roztečí zarážek a rozchodu kolejnic a stanovení zatížení pro bezpečné skladování v grafickém znázornění při zadání průměru, šíře a hmotnosti svitku [ [www.mmspektrum.com](http://www.mmspektrum.com), 2009]

## **2.4 Schránky na svitky plechů 5, 10, 24 t .**

Řada schránek na svitky byla vyvinuta pro skladování svitků do 5,10,24 tun hmotnosti. Šířky svitků od 800 mm do 1500 mm. V provedení pro odstřihy skladujeme svitky od 25 mm do 800 mm se zajištěním stability, bezpečnosti a ochrany jakosti jednotlivých svitků držáky. Největší průměry svitků: 1000, 1200, 2000 mm [ [www.tak-irgs.cz](http://www.tak-irgs.cz), 2009].

Hlavním důvodem užívání schránek při skladování svitků je ochrana svitků před znehodnocením svitku otláčením ve stohu a ochrana hran před deformováním, zvláště pokud používáme svitky po stripování transportních ochran. Velmi efektivní z důvodů přehlednosti a šetrnosti k materiálu je skladování svitků úzkých pásů. Další výhodou je jednoznačná dostupnost a přesná adresná evidence jednotlivých svitků, pokud skladujeme široký sortiment rozměrů a jakostí. Ochrana proti záměně jakosti je podstatně vyšší než při skladování svitků na podložkách a ve stozích svitků. Při skladování svitků pásek vyniká úspora místa. Další výhodou je bezpečnost skladování svitků ve více vrstvách, což vyniká zejména u svitků do 24 tun [ [www.tak-irgs.cz](http://www.tak-irgs.cz), 2009].



**Obr.14 Schránky na svitky.**

Schránka je svařena ze za tepla válcovaných ocelových profilů jakosti S355 u dynamicky namáhaných součástí nebo S235 u ostatních, v souladu s technickou dokumentací. Významným místem schránek jsou závěsné háky. Jakékoliv manipulace vedoucí k jejich deformaci jsou zakázané, zejména vážení rámečků lany se šikmým tahem.

Schránka je konstruována pro práci v suchém, zastřešeném prostoru s neagresivním prostředím. Pracovní teplota od -20°C do +50°C. Prostředí musí být osvětleno podle norem pro práci s mostovými jeřáby [ [www.tak-irgs.cz](http://www.tak-irgs.cz), 2009].





**Obr.15 Skladovací schránky.**

### **3. Manipulace se svitky plechů a jejími polotovary.**

Velké skladovací areály musí být vybaveny příslušnou skladovací a manipulační technikou a to jak uvnitř skladu, tak při naskladňování zboží (příjmu zboží ke skladování) tak při jeho vyskladňování (výdeji zboží). Pro tyto účely bývají sklady vybaveny nákladovými a vykládkovými rampami, jenž usnadňují a urychlují vykládku i nakládku zboží na nákladní automobily, popřípadě i železniční nákladní vagóny [ [www. Wikipedie.cz](http://www.Wikipedie.cz), 2009 ].

Správným výběrem manipulační techniky pro operace ve vašem skladu můžete dosáhnout značných nákladových úspor a také podstatně zvýšit efektivitu skladových manipulací. Před samotným výběrem techniky je nutné podrobně definovat potřeby provozu, ve kterém budou stroje nasazeny.

#### **Charaktery manipulační techniky jsou:**

- A) Jak těžké a velké budou běžné manipulační jednotky.
- B) Do jaké výšky se bude ukládat zboží.
- C) Jak široké jsou uličky v manipulačním skladu.
- D) Zda existují nějaká technická nebo stavební omezení např. průjezdové výšky , vjezdy nebo povrch podlah.
- E) Jaká bude intenzita manipulace.



### **3.1 Manipulační vozíky.**

Druh manipulační techniky se musí v první řadě přizpůsobit charakteru manipulací, které má vykonávat. Podstatou je volba pohonu manipulační techniky, jako atributu s nemalým vlivem na provozní náklady. Existují vozíky s elektrickým pohonem (s trakční baterií), se vznětovými motory (diesel), spalovacími motory (benzin, LPG, CNG) a vozíky kombinující výše zmiňované pohony (hybridní pohon). Vozíky je možné vybavit vhodným přídatnými zařízeními. Prodloužené vidlice zjednoduší manipulace s rozměrnými předměty, nebo zvýší počet palet, se kterými je najednou manipulováno [ [www.vysokozdvizne-voziky.cz](http://www.vysokozdvizne-voziky.cz), 2009].

#### **3.1.1 Vysokozdvížené vozíky.**

Pro běžné manipulace jsou nasazovány čelní vysokozdvížené vozíky. Vysokozdvížený vozík (slangově zvaný ještěrka, nebo zdvižka) je mobilní stroj používaný nejčastěji v logistice, stavebnictví, lesnictví i jinde pro převážně vertikální manipulaci s předměty. Obdobou vysokozdvížných vozíků jsou vozíky nízkozdvížené. Vysokozdvížený vozík je nejčastěji koncipován jako kolový. U čelních vozíků je v přední části stroje umístěno hydraulické zařízení, které umožňuje požadovaný pohyb břemene. K přední konstrukci je možno namontovat mnoho nástavců. Nejobvyklejší jsou paletové vidle. Ve střední části je umístěn motor a to buď spalovací (nafta, plyn), nebo elektromotor. V zadní části se nachází závaží, kvůli stabilitě. Existují i boční vysokozdvížené vozíky a speciální. Nosnost jednotlivých strojů je od několika kilogramů až po několik tun [ [www.vysokozdvizne-voziky.cz](http://www.vysokozdvizne-voziky.cz), 2009].



**Obr. 16 Vysokozdvížený vozík.**

### **3.1.2 Retraky**

Pro ukládku do regálových polí můžete použít retraky s výsuvným sloupem, které snižují potřebnou šířku manipulačních uliček – dosáhnete tak vyššího využití podlahové plochy skladu. Retraky jsou srdcem mnoha skladových a distribučních systémů, ve kterých vykonávají funkce zakládání a horizontálního transportu. Retraky svou vynikající výkonností, skvělými jízdními charakteristikami výjimečnou bezpečností a spolehlivostí provozu určují měřítko ve svém oboru [ [www.toyshop.cz](http://www.toyshop.cz) , 2009].



**Obr.17 Druhy retraku**

### **3.1.3 Systémové vozíky**

Označení systémové vozíky používáme pro specifickou skupinu výkonných zakládacích a vychystávacích vozíků u kterých je správné sladění společné funkce s regály ještě více důležité než u konvenční techniky. Vyspělá technika systémových vozíků má pouze minimální nároky na potřebnou pracovní uličku. Kombinací příhradových regálů s úzkými uličkami a systémových vozíků lze dosáhnout výkonných skladových instalací s velkou kapacitou uložených palet nebo zboží a současně s vysokou rychlostí manipulace, a to až do výšek uložení přes 14 metrů [ [www.toyshop.cz](http://www.toyshop.cz) , 2009].



**Obr.18 Systémový vozík.**

### **3.1.4 Další používaná manipulační technika.**

Zde patří nízkozdvíhací vozíky. Jsou lehce ovladatelné, nenáročné na konstrukci.



**Obr.19 Nízkozdvíhací vozík**

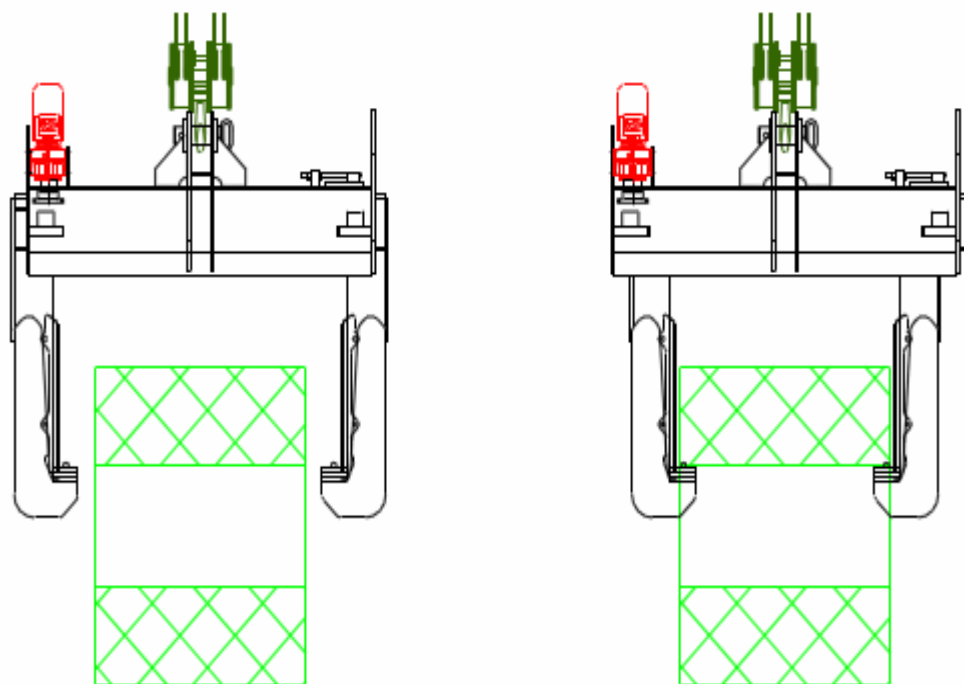
## **3.2 Manipulace pomocí kleští a nosičů svitků plechu a jejich polotovarů.**

Umísťují se jako přídavné zařízení na jeřáb vně haly. Také se dají umístit na vysokozdvíhací vozík. Používanější varianta je umístění na jeřáb.

### **3.2.1 Teleskopické kleště bez točny.**

Teleskopické kleště bez točny se používají především v provozech, kdy otáčení je zajištěno otočnou kladnicí či v případě, že při manipulaci s materiálem v rámci provozu není nutno svitky otáčet [ www.prestar.cz, 2009].

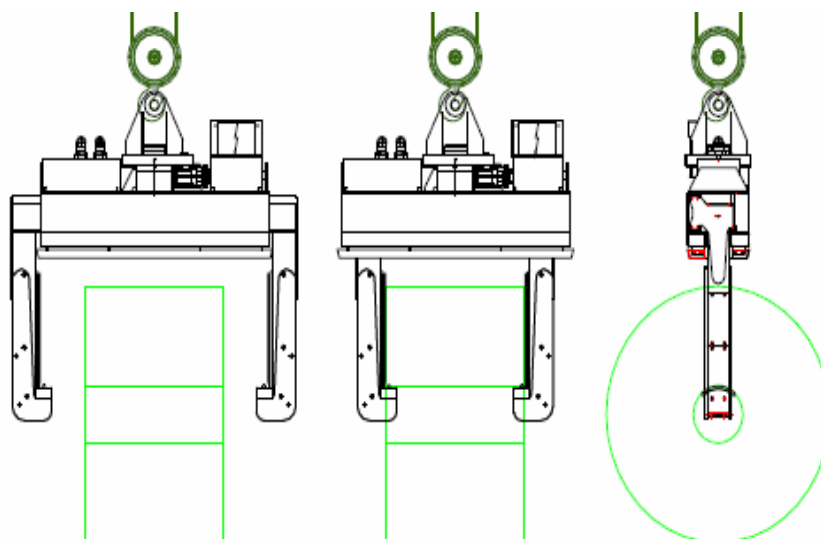
Kleště jsou určeny pro manipulaci se svitky ve vodorovné poloze. Jednotlivé kroky jsou kontrolovány snímači (dosednutí na cívku, sevření, naložení). Světelná signalizace pomáhá obsluze při manipulaci se svitkem. Kleště mají pevný závěs s čepem [www.prestar.cz, 2009].



**Obr.20 Teleskopické kleště bez točny - levá část najetí nad svitek  
- pravá část sevření svitku**

### **3.2.2 Teleskopické kleště s točnou**

Kleště jsou určeny pro manipulaci se svitky ve vodorovné poloze. Jednotlivé kroky jsou kontrolovány snímači (dosednutí na cívku, sevření, naložení). Světelná signalizace pomáhá obsluze při manipulaci. Výhodou kleští je elektromotorická točna umožňující natáčení svitků kolem svislé osy a velký pracovní rozsah. Teleskopické kleště umožňují otáčení v horizontální rovině o 355 stupňů. Speciální provedení točny umožňuje otáčení bez omezení [www.prestar.cz, 2009].



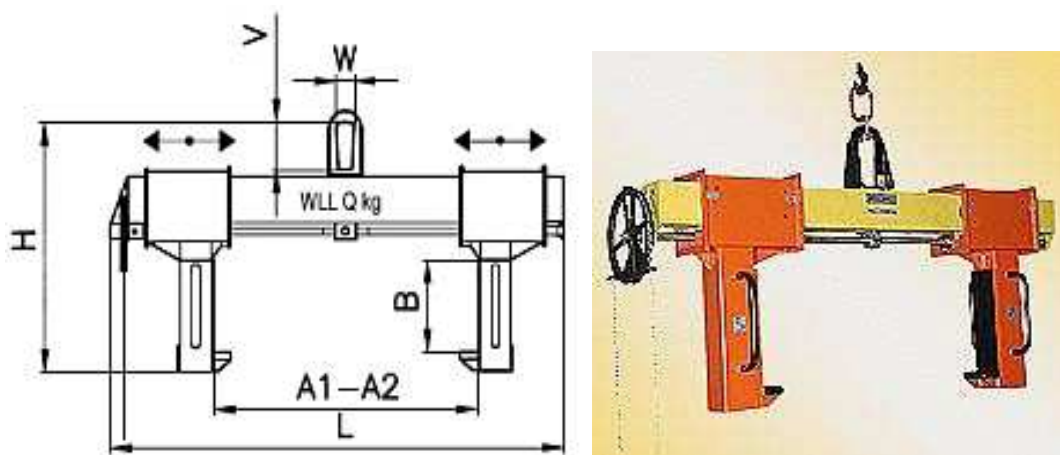
Obr.21 Teleskopické kleště s točnou – levá část najetí nad svitek  
Prostřední část uchopení svitku – pravá část boční pohled

### **3.2.3 Nosič svitků horizontální stavitelný**

Nosič svitků horizontální stavitelný NSHS Q/A1-A2/B je určen pro závěsnou manipulaci s ocelovými svitky o max. hmotnosti Q(kg), šířce v rozsahu A1 až A2(m) a max. výšce návinu B(m). Svitky se uchopují za vnitřní průměr svitku podebráním vidlicemi, kterými jsou vybavena posuvná ramena. Posuv ramen je synchronní a je poháněn ručně [ www.tedox.cz, 2009].

Typ	Q kg	A1 m	A2 m	B m	W m	V mm	Y mm	L mm	K mm	H mm	G kg
NSHS 10/0,5-1,5/0,6	10000	0,5	1,5	0,6	105	260	30	2670	425	1360	475

Tab.1 Veličiny k horizontálnímu nosiči.



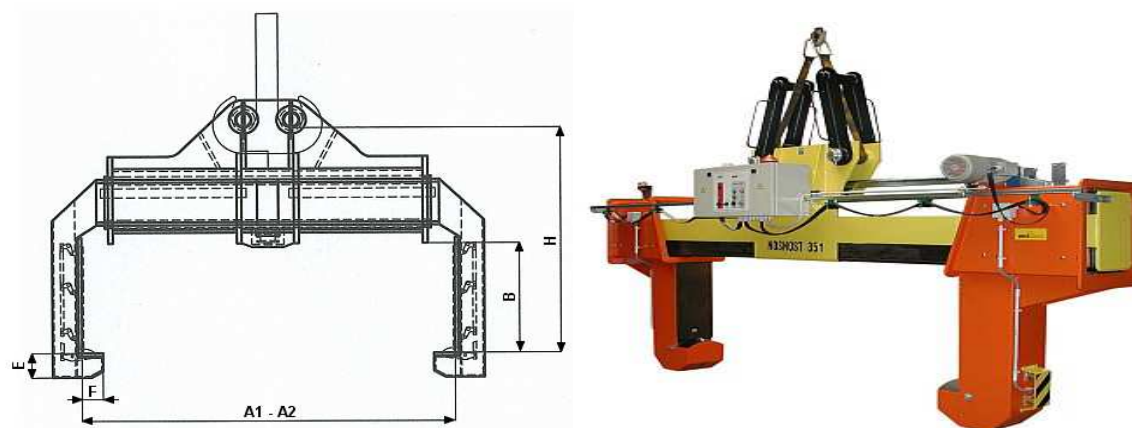
Obr.22 Horizontální nosič svitků

### 3.2.4 Nosič svitků horizontální stavitelný motoricky

Nosič svitků horizontální stavitelný motoricky NSHSM/2 351/0,4-2/0,75 - je závěsné zařízení, určené pro jeřábovou manipulaci se svitky o maximální hmotnosti 35 t, o šířce 0,4 m až 2 m a s návinem do 700 m a které uchopuje svitek uchopením jedním párem vidlic na vnitřním průměru svitku [ www.tedox.cz, 2009].

Typ	Q kg	A1 m	A2 m	B m	E mm	F mm	H mm	G kg
NSHSM/2 351/0,5-2/0,75	35000	0,38	2,4	0,75	160	130	1479	2550

Tab.2 Veličiny k horizontálnímu stavitelnému nosiči.



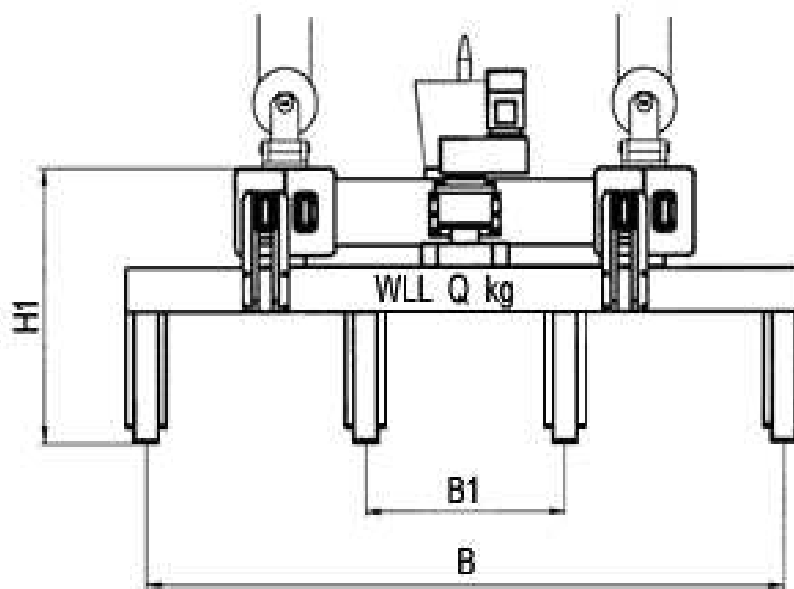
Obr.23 Horizontální stavitelný nosič motorický.

### 3.2.5 Nosič svazku plechů horizontální motorický

Nosič svazku plechů horizontální motorický NSPHM Q/A1-A2/B je určen pro závěsnou manipulaci se svazky plechů o šířce svazku od A1 do A2 mm, o max. hmotnosti Q kg a max. výšce svazku B mm. Svazky se uchopují podebráním svazku dvěma nebo více páry vidlic v horizontální poloze a v této poloze je svazek zvedán i ukládán. Čelisti mohou být opatřeny obložením secutex SPL-F [ www.tedox.cz, 2009].

Typ	Q kg	A1 m	A2 m	B m	B1 m	H m	J mm	E mm	H1 mm	G kg
NSPHM 5000/0,8-1,6/2,8	5000	0,8	1,6	2,8	0,8	0,5	2200	100	850	3000

Tab.3 Veličiny horizontálního nosiče plechu.



Obr.24 Horizontální nosič svazku plechu.



## **4. Projektční návrh systému skladování.**

### **4.1 Charakteristika skladu.**

#### **4.1.1 Původní charakter skladu.**

Původní koncepce skladu se používala od roku 1996. Tudíž byla zastaralá a nesplňovala požadavky společnosti Kardex s.r.o. . Skladovací prostory byly malé. Docházelo k tomu , že skladovaný materiál byl uskladněn i ve venkovních prostorech. Kde docházelo k znehodnocování skladovaného materiálu vlivem povětrnostních podmínek. Vnější sklad byl řešen velice jednoduše pomocí palet. Docházelo zde k rychlému a neefektivnímu naskladnění plochy. Což mělo za následek, že společnosti Kardex s.r.o vznikaly velké problémy v skladování a logistice. A tím utrpěla značné finanční ztráty.



**Obr.25 Skladovací prostory původního skladu.**

Proto se společnost Kardex s.r.o rozhodla staré skladovací prostory zlikvidovat. Na místo nich byla vybudována nová flexibilní hala, která splňuje všechny technické a bezpečnostní kritéria.



#### **4.1.2 Nový charakter skladu.**

Skladovací prostor se nachází v areálu společnosti Kardex. Je to nově realizovaná hala splňující všechny důležité aspekty pro vhodné skladování materiálu. Hala byla dokončena v letošním roce tj. 2009.



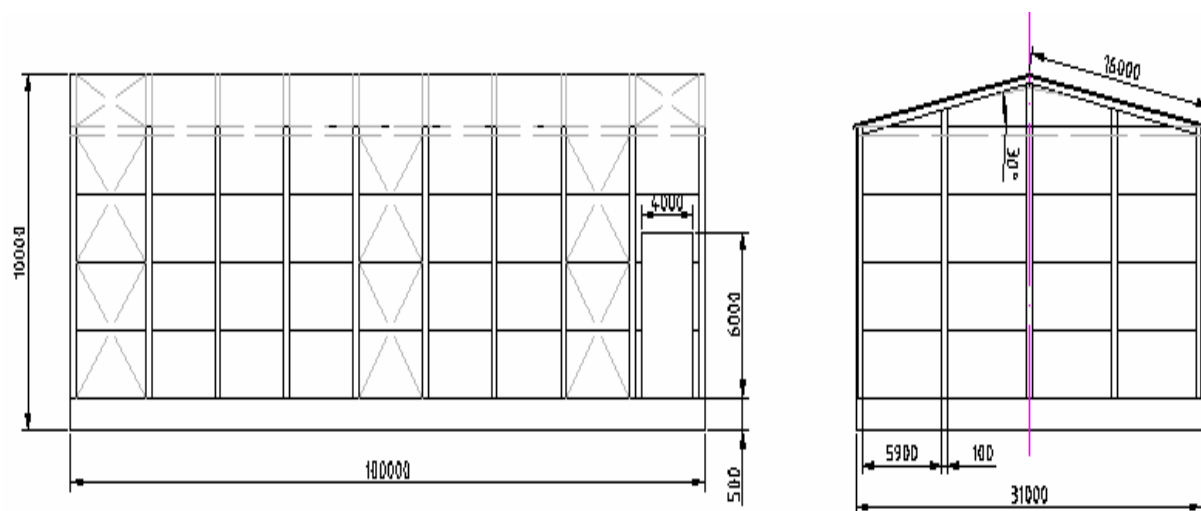
**Obr.26 Sklad svítků plechů a jeho polotovarů.**

Hala je zastřešená a izolována od povětrnostních vlivů. Tudíž nehrozí že námi skladovaný materiál, by těmto vlivům podléhal ve velkém měřítku. Sklad je v těsné blízkosti výrobní haly, proto převoz materiálu od výrobní linky do skladu není s logistického i ekonomického hlediska náročný. Převoz materiálu je prováděn manipulačními jednotkami. Vně haly je umístěna vzduchotechnika zajišťující dobré odvětrávání skladovacího prostoru.



**Obr.27 Vnitřní pohled do skladu svítků plechů a jeho polotovarů.**

Konstrukce haly je realizována pomocí ocelových nosníků. Ty zajišťují stabilitu konstrukce. Stěny jsou tvořeny pomocí plastových desek a pro střešní krytinu byl použit hliníkový vlnitý plech. Pro podloží byla zvolena betonová deska o tloušťce 500 mm. Tento typ podlahy nám zajišťuje bezpečné ukládání materiálu, dobrý pohyb manipulační jednotky po skladovací ploše, dostatečnou pevnost pro ukládání materiálu na daném podlaží. V hale bude vybudována jeřábová dráha. Její umístění bude realizováno v střešním prostoru skladu. Ale v současné době ekonomické recese společnost Kardex s.r.o tuto výstavbu odložila na druhou polovinu roku 2010.



**Schéma 1. Základní parametry skladu.**

Z přiloženého schématu je patrné, že základní rozměry haly jsou: délka – 100 m, výška – 10m, šířka – 31 m. Hala je vybavena dvěma vraty. Vrata fungují na rolovacím principu. Tento typ je vhodný k úspoře místa a lehkému ovládání, které je možné i z manipulační jednotky. Vrata mají následující rozměry: výška – 6 m, šířka – 4 m. Sklad je rozdělen na dvě části. První část je určena ke skladování svitků a jeho polotovaru. Druhá část slouží k nakládání svitků plechů nebo jeho polotovaru na nákladní automobily, či jiné přepravní jednotky. Hala je k tomu přizpůsobená svojí výškou i šířkou. Taktéž vrata jsou rozměrově uzpůsobena této variantě nakládání. V případě nutnosti je možno provádět nakládku i ve venkovním prostoru, který je této variantě taktéž uzpůsoben. Sklad je koncepčně i logisticky velice dobře uzpůsoben. Splňuje všechna nařízení i bezpečnostní prvky, které jsou kladeny na stavbu i provoz haly.

## **4.2 Vhodné varianty skladování svitků plechů a jeho polotovarů.**

### **4.2.1 Vhodné varianty skladování svitků plechů.**

#### **4.2.1.1 Skladování svitků pomocí schránek.**

Tento druh skladování je vhodný pro svitky plechu o váze 5t, 10t, 24t a šířce 800 mm až 1500 mm. Hlavním důvodem užívání schránek při skladování svitků je ochrana svitků před znehodnocením svitku otláčením ve stohu a ochrana hran před deformováním, zvláště pokud používáme svitky po stripování transportních ochranných vrstev. Další výhodou je bezpečnost skladování svitků ve více vrstvách, což vyniká zejména u svitků do 24 tun. Dovoleno je 5 vrstev schránky do 5 tun, 4 vrstvy u schránek do 10 tun, 3 vrstvy pro schránky do 24 tun.



**Obr.28 Skladování pomocí klecí.**

Stohovací schránka je svařena jako ocelová konstrukce dynamicky namáhaná, doklady o výpočtu a výkresovou dokumentaci skladuje výrobce. Schránka je svařena za tepla z válcovaných ocelových profilů jakosti S355 u dynamicky namáhaných součástí nebo S235 u ostatních, v souladu s technickou dokumentací. Významným místem schránek jsou závěsné háky. Jakékoliv manipulace vedoucí k jejich deformaci jsou zakázané, zejména vážení rámečků lany se šikmým tahem. Schránka je konstruována pro práci v suchém, zastřešeném prostoru s neagresivním prostředím. Pracovní teplota od -20°C do +50°C. Životnost není omezena, nesmí dojít k trvalým deformacím žádného z konstrukčních prvků.

Uživatel je povinen jedenkrát za rok výrobek prokazatelně zkontrolovat. Pokud nalezne poškozené nebo deformované části je povinen neprodleně zajistit opravu nebo vyřazení výrobku z provozu.

#### Zásady manipulace se schránkami.

- 1) Není přípustné skladovat ve schránkách na podlaze, nesplňující výše uvedené parametry.
- 2) Je zakázané vázat schránky do lan.
- 3) Není přípustné lézt na stohy schránek. K nezbytným manipulacím jsou určeny žebříky s oporou.
- 4) Není přípustné zakládat schránky svitky přes výšku sloupků
- 5) Nejsou přípustné jakékoliv manipulace vyvolávající vodorovnou sílu na stoh.



**Obr.29 Manipulační jednotka při posunu klece.**

#### Výhody klecového skladování.

- 1) Nedochozí k opotřebení skladovaného materiálu.
- 2) Možné stohování až do 5 vrstev dle váhy svitku plechu.
- 3) Dobré manipulační možnosti.



#### 4.2.1.2 Skladování svitků pomocí kolejnic s klíny.

Systém využívá plastových ozubených kolejnic na podlaze skladů svitkových materiálů, na něž jsou nasazeny plastové zarážky ve formě klínů. Řešení účinně brání samovolnému pohybu svitků. Zarážky jsou použitelné do teploty 60 °C, netrpí korozí a neabsorbují vodu ani olej. Předností systému je rovněž vhodná geometrie zarážek, vylučující otlaky na skladovaných svitcích. Systém je vhodný pro skladování svitků průměru 680 až 2500 mm a se 4 zarážkami, snese zatížení až 100 tun. Umožňuje skladování svitků ve dvou až třech vrstvách nad sebou.



**Obr.30 Skladování pomocí kolejnicového systému s plastovými zarážkami.**

#### Výhody používání systému plastových zarážek.

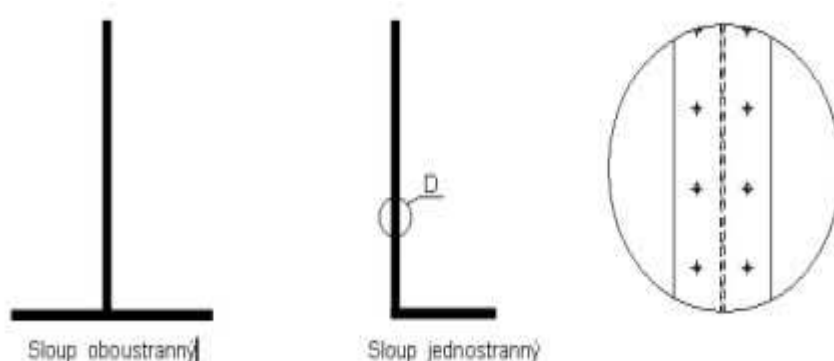
- 1) Snadná konstrukce systému kolejnic s plastovými zarážkami.
- 2) Nehrozí poškození skladovaného materiálu opotřebením nebo otlacením.
- 3) Velmi dobré manipulační možnosti s uskladněným materiálem.
- 4) Možné stohování až do 3 vrstev.
- 5) Finanční nenáročnost.
- 6) Variabilní možnosti systému se přizpůsobit různým velikostem svitků plechů.
- 7) Díky plastovému povrchu nehrozí nežádoucí pohyb skladovaného materiálu.

## **4.2.2 Vhodné varianty skladování polotovarů svitků plechů.**

### **4.2.2.1 Skladování pomocí konzolových regálů.**

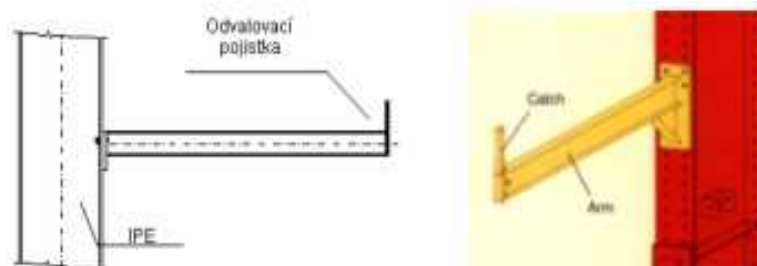
Konzolové regály jsou určeny především pro ukládání materiálu deskového nebo tyčového charakteru pomocí manipulačních prostředků nebo ručně. Materiál je na nosníky regálu zakládán jednotlivě, jako svazek nebo jiná manipulační jednotka. Uložen je vždy na dvou nebo více nosnících téže ukládací úrovně regálu. Pro zakládání do regálu může být použito různých typů manipulačních prostředků - podle druhu ukládaného materiálu. Regály jsou určeny pro zakládání pomocí vysokozdvížných vozíků, zvláštních zakladačů nebo jeřábů s příslušenstvím. Regály v malé výšce je možné obsluhovat ručně, pokud to charakter materiálu bezpečně umožní.

Sloup konzolového regálu je vertikální nosný prvek. Součástí sloupu je základna. Sloup je standardně po 100 mm perforován tak, aby bylo možno z jedné nebo obou stran sloupu šroubovat nosníky regálu. Sloup slouží pro zavěšení nosníků a vázání (viz. Obr.30.)



**Obr.31 Sloupy konzolových regálů.**

Nosník konzolového regálu je horizontální nosný prvek, instalovaný na sloupu. Dimenzování nosníku je určeno především typem a hmotností ukládaného materiálu. Nosník je přes upevňovací desku šroubován na sloup párem šroubů. Vnější strana nosníku může být doplněna pojistkou proti odvalení materiálu nebo náběhovým klínem (viz. Obr.31)



**Obr.32 Nosník konzolového regálu.**

Konzolový regál je svojí strukturou určen ke skladování materiálu tyčového nebo deskového charakteru jako například trubky, tyče, pruty, svitky, desky, plechy atd. Materiál může být zakládán jednotlivě, jako svazek nebo jako součást jiné manipulační jednotky.



**Obr.33 Různé varianty konzolových regálů.**

#### Výhody používání systému konzolového regálu.

- 1) Variabilní vlastnosti skladování.
- 2) Snadná montáž a demontáž.
- 3) Finančně nenáročné.
- 4) Dobré manipulační vlastnosti s uloženým materiálem.

#### 4.2.2.2 Skladování pomocí paletových regálů.

Jedná se o stavebnicový systém pro výšky až do 20 m a pro zatížení buňky do 6 500 kg. Regálové sloupy jsou šroubované pro nosnosti sloupce i přes 20 t. Nosníky palet vyráběny v libovolné délce a řadě průřezů a jsou přestavitelné bez šroubových spojů. Regálové buňky možno doplnit příčnickami, plechovými policemi, dřevodeskou, rošty apod.



**Obr.34 Paletové regály.**

Paletové regály jsou určeny především pro zakládání palet. Manipulační jednotky jsou zakládány na pár ukládacích nosníků. Vzhledem k tomu jsou vhodné zejména do skladů a průmyslových objektů. Zakládání a odebírání manipulačních jednotek je prováděno převážně vysokozdvížným vozíkem. Jejich přednostmi jsou zejména vysoká variabilita regálových sestav a široká škála rozměrů a nosností konstrukčních prvků. Paletové regály mají jednoduchou montáž a jejich případné přestavění je také velice snadné.

#### Výhody používání systému paletových regálů.

- 1) Snadná konstrukce.
- 2) Variabilita pro různé skladované materiály.
- 3) Finančně nenáročné.





## **5. Výpočet konstrukce skladovacího systému.**

Tento typ výpočtu budu provádět jen u konzolového regálu. Tento druh skladovací techniky byl zvolen a následně konstruován. Tudiž je nutno provést kontrolu, zda zvolený konzolový regál snese provozní zatížení. Tuto kontrolu provedu pomocí programu MKP Ansys.

U druhé varianty kolejnicového systému s plastovými záložkami není potřeba provádět kontrolu na provozní zatížení. Tu nám stanoví výrobce, od kterého budeme tento systém kupovat.

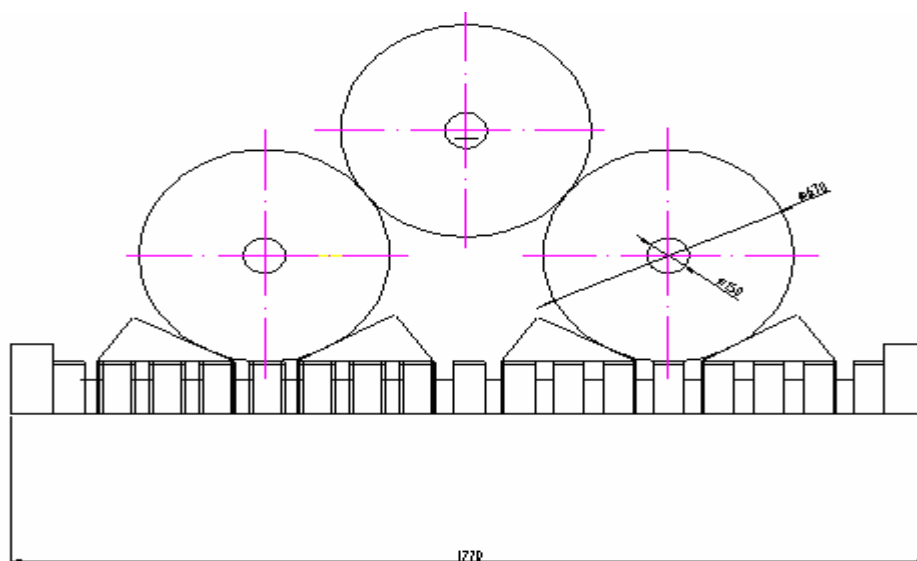
### **5.1 Kolejnicový systém s plastovými záložkami.**

Tento druh skladovací techniky bude nakupován od společnosti Lankhorst Mouldings sídlící v holandském Sneeku. Výrobce stanovuje únosnost podle druhu materiálu a jeho váze. Zadaný materiál je svitek plechu EN 10327 o váze  $m=5790$  kg.

Číslování variant:	Váha materiálu:	Dovolené stohování:
Varianta 1.	0 Kg až 5000 kg	Stohování do 3 vrstev
Varianta 2.	5000 Kg až 10000 kg	Stohování do 2 vrstev
Varianta 3.	10000 až 15000 kg	Stohování v 1 vrstvě

**Tab. 1 Provozní zatížení kolejnicového systému.**

Dle zadaného materiálu a jeho váze volím variantu číslo 2. Výrobce zde stanovuje stohování do dvou vrstev, aniž by došlo k poškození skladovacího systému. Tento druh skladování je vhodný pro skladování svitků plechu. Je jednoduchý, levný, jeho rozměry jsou stanoveny výrobcem, jen celkovou délku systému si volí zákazník. Materiál vložený do kolejnicových drah není poškozený deformací, vlivem otláčení.

**Schéma systému:****Schéma 3. Skladování pomocí kolejnicového systému.****5.2 Konzolové regály.****5.2.1 Oboustranný konzolový regál**

Pro výpočty bylo použito makro Stabilita.mac a Napeti.mac. Makro napeti.mac provede statickou analýzu, makro stabilita.mac vypočte minimální sílu pro lineární ztrátu stability tvaru.

**5.2.1.1 Tvorba modelu:**

Vytvoří se model pomocí bodů a čar. Byl použit model vytvořený prvky Beam 188 (prostorový), při použití elastické ztráty stability. Tento element vyžaduje bod, který určí polohu průřezu. Je vhodný i pro velké deformace. Byl zadán profil IPE 140 a IPE 80. Pro určení průřezových vlastností bylo použito funkce Sections.

**5.2.1.2 Materiálové vlastnosti: pro materiál 11 373.**

Modul pružnosti v tahu  $E = 2,1 \cdot 10^5$  MPa.

Poissonovo číslo  $\mu = 0,3$  [-].

### 5.2.1.3 Schéma rámu:

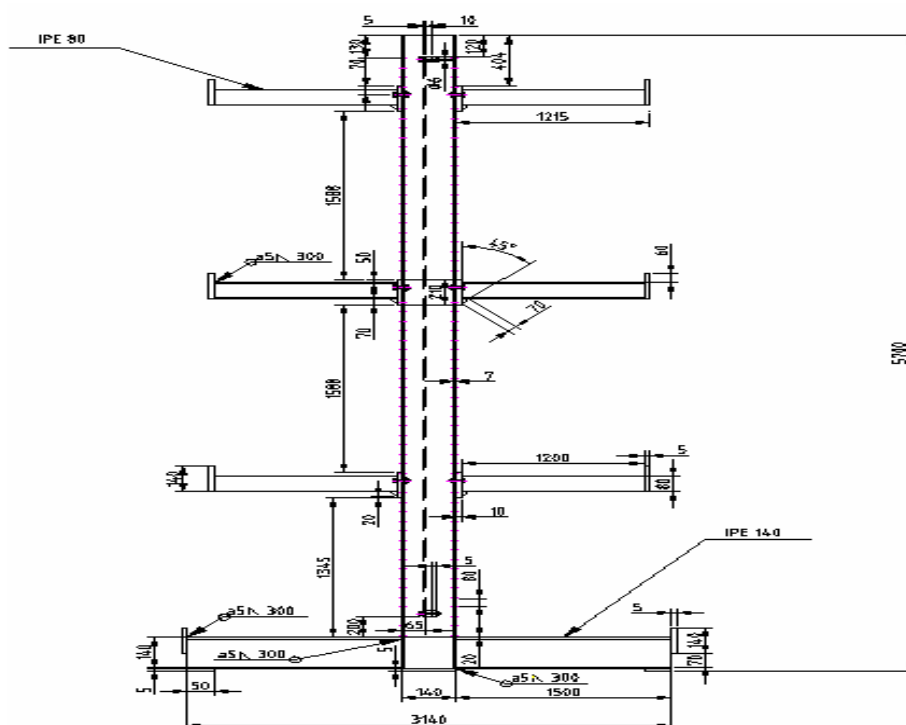
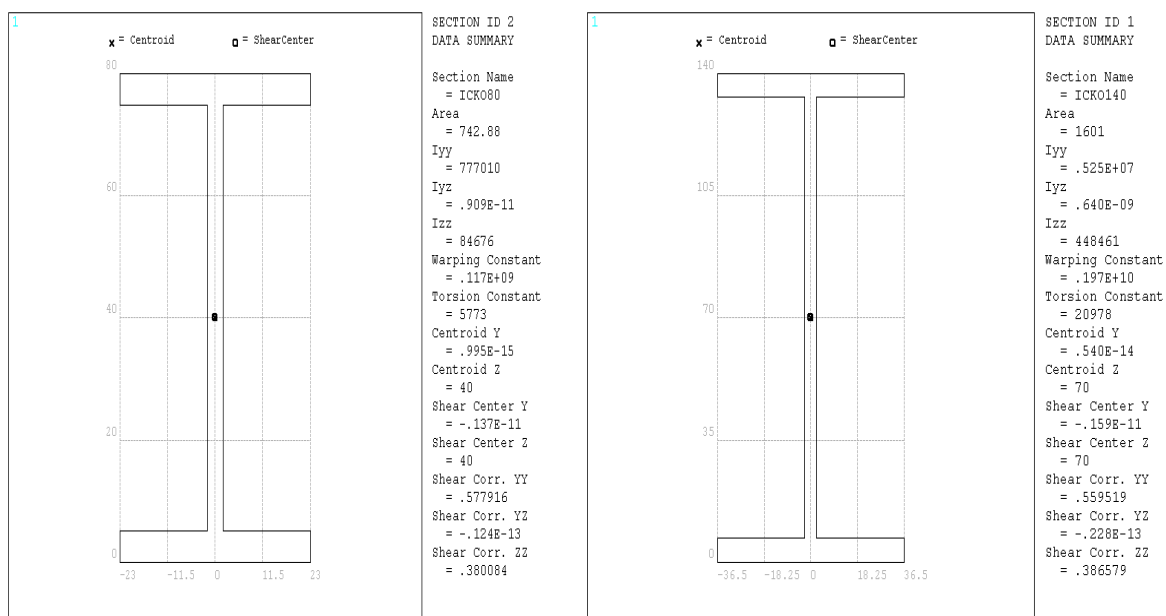


Schéma 4. Skladování pomocí konzolového regálu oboustranného.

### Vykreslení profilů:



Obr.35 Vykreslení profilů pomocí MKP Ansys.

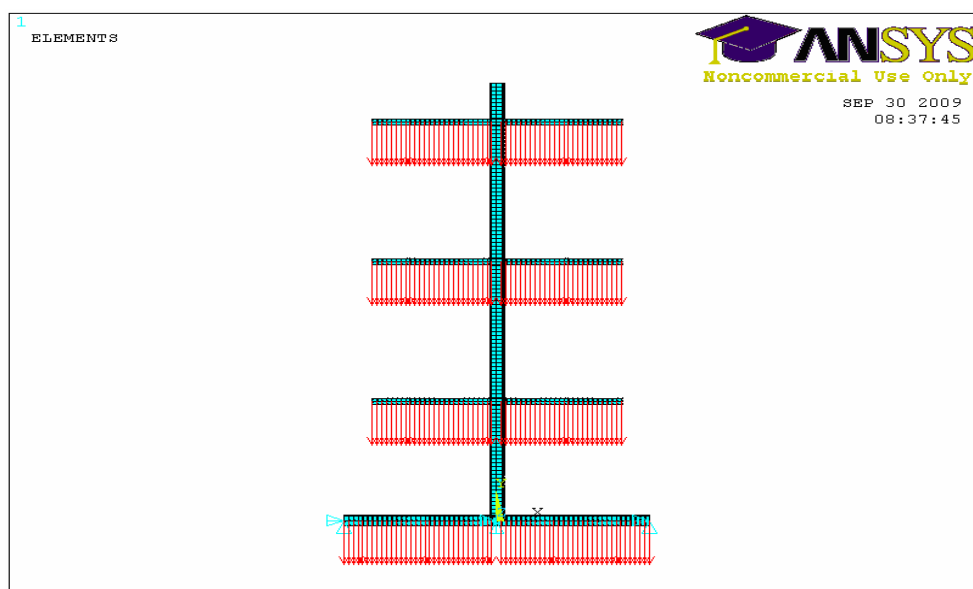
**5.2.1.4 Rozložení síly F do všech uzlů na rameni:**

$$F = 2000N$$

Byla zvolena velikost elementu 50 mm.

Profil IPE 80  $F_y = -76,923N$  do 26 uzlů pro jedno rameno.

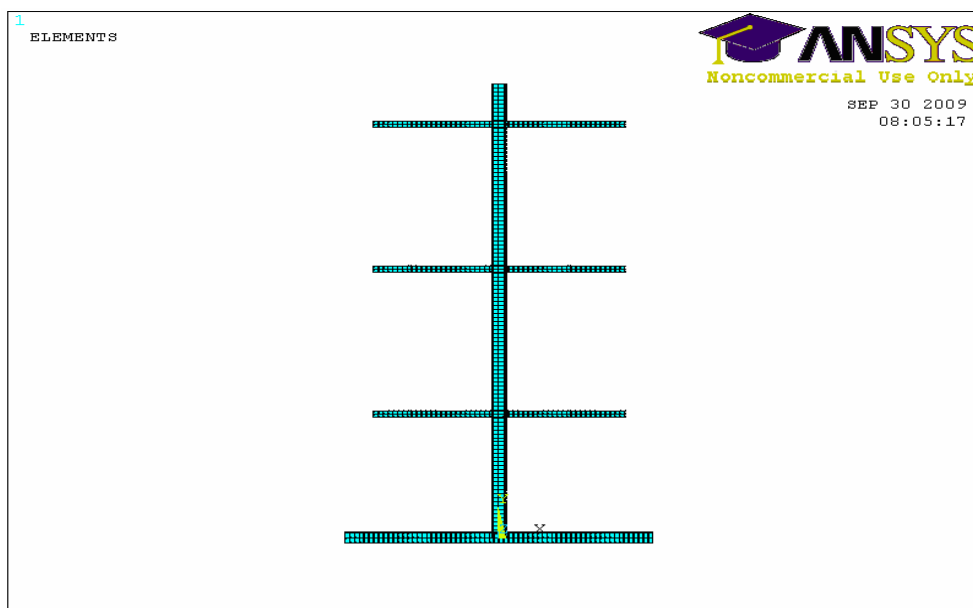
Profil IPE140  $F_y = -62,5N$  do 32 uzlů pro jedno rameno.



**Obr.35 Rozložení sil na rám konzole.**

**5.2.1.5 Sít'ování (meshing):**

Přiřadí se příslušným čarám jejich průřezy včetně vysít'ování (viz. Obr.36).



**Obr.36 Vysít'ování konzole rámu.**

**5.2.1.6 Zavedení okrajových podmínek:**

V místě bodů K1, K2, K3 byly odebrány posuvy ve směru x, y.

Jelikož se jedná o rovinnou úlohu, je nutné odebrat všem uzlům posunutí ve směru z a natočení okolo os x, y.

**5.2.1.7 Výpočet elastické ztráty stability materiál:**

Byl použit lineární isotropní materiál.

Modul pružnosti v tahu  $E_X = 2,1 \cdot 10^5$  MPa.

Poissonovo číslo  $\nu_{XY} = 0,3$  [-].

Výpočet byl proveden pomocí makra Stabilita.mac. Nejprve se provede statická analýza (získáme matici geometrické tuhosti), následně se provede analýza lineární ztráty stability (eigen buckling).

Zajímá nás první vlastní tvar. Ostatní vlastní tvary se jen zkontrolují, nejsou-li jejich hodnoty blízko prvnímu tvaru.

	$\lambda$ [-]
1.	15,777
2.	111,08
3.	286,25
4.	538,97
5.	860,18

**Tab. 2** Kolika násobně je větší kritická síla oproti zadané síle.

$\lambda$  [-] představuje kolika násobně je větší kritická síla oproti zadané síle v této úloze.

$$F_{KRIT}^{EL} = \lambda_1 \cdot F$$

Z toho plyne, že nejmenší kritická síla je přibližně 15,7 krát větší než síla v této úloze, z čehož plyne, že v konstrukci nedojde ke ztrátě stability.

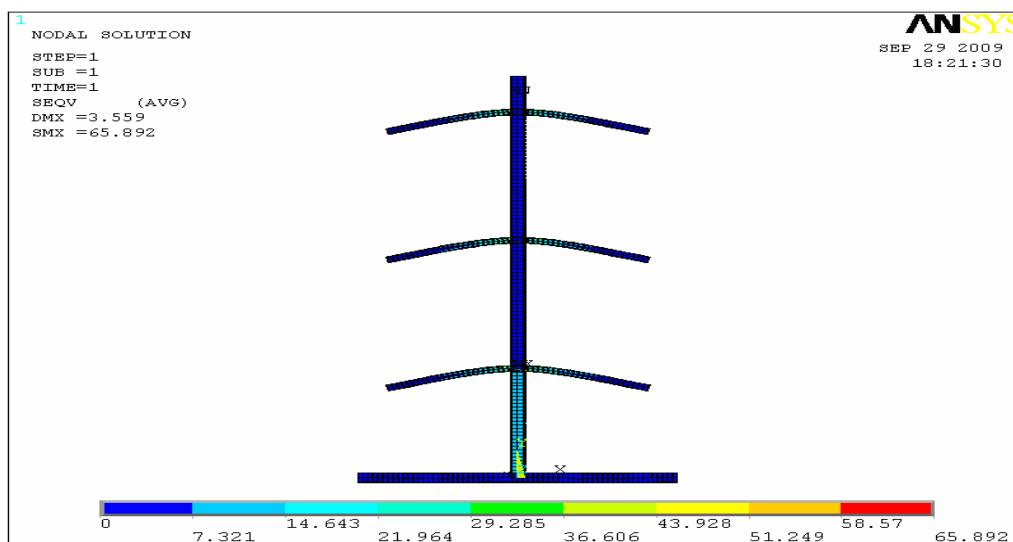
Správnost výsledků ztráty stability byla ověřena na stejném příkladě při zadání sil (o velikosti 4000N) působících v ose nosníku, přičemž odchylka výsledků je zanedbatelná.



### 5.2.1.8 Výpočet statické analýzy

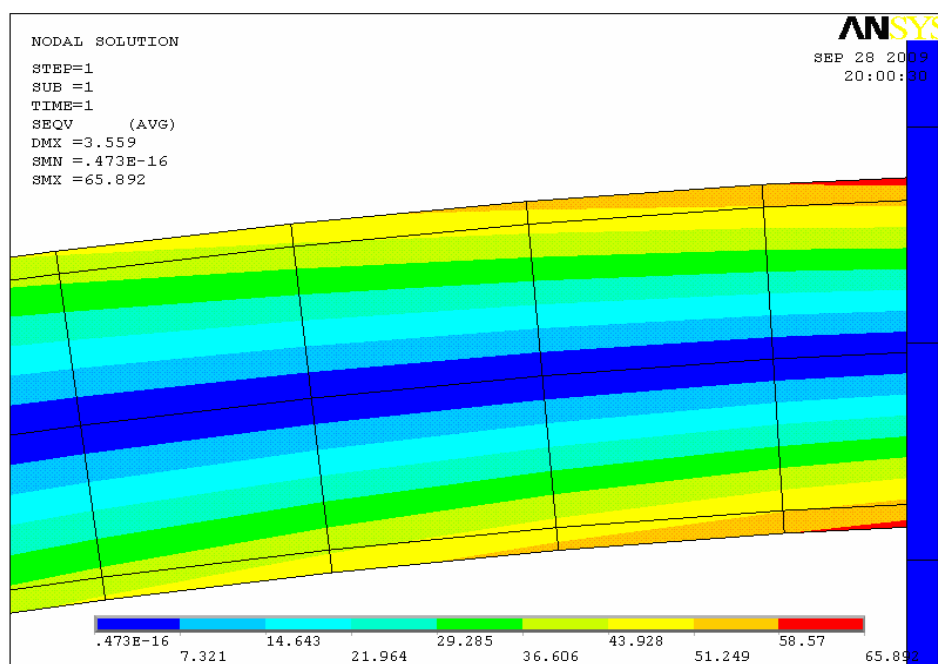
#### Napětí Von Mises:

Lze vidět, že maximální napětí dosahuje hodnoty cca 66 MPa což je hodnota která je mnohem menší než mez kluzu materiálu 11373, z čehož plyne, že je konstrukce navržena správně (viz. Obr. 37).

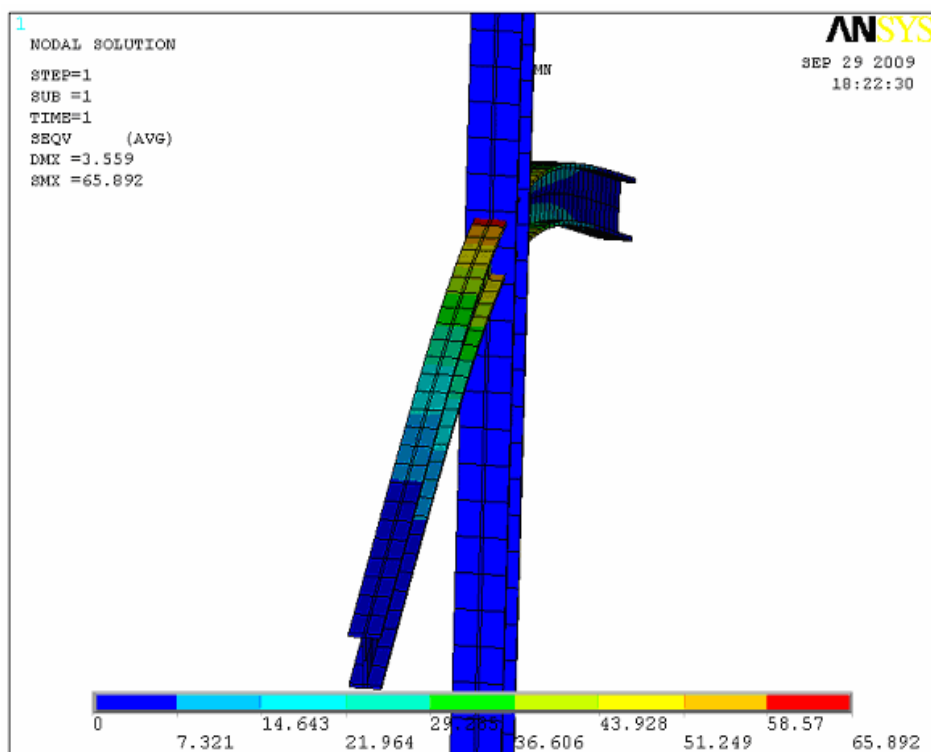


Obr.37 Maximální napětí na konzole rámu.

#### Detailní vyobrazení napětí Von Mises:



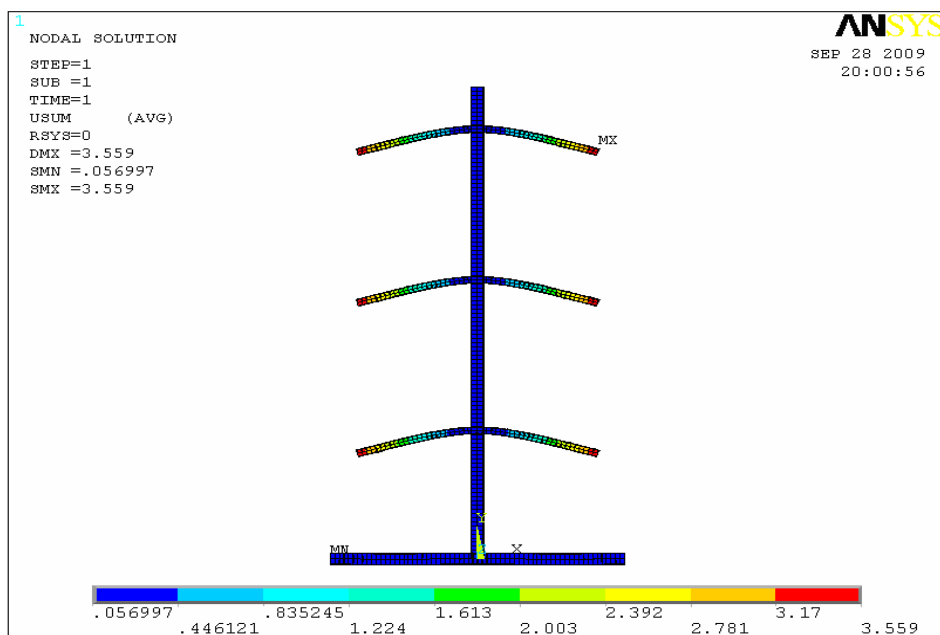
Obr.38 Detailní zobrazení napětí.



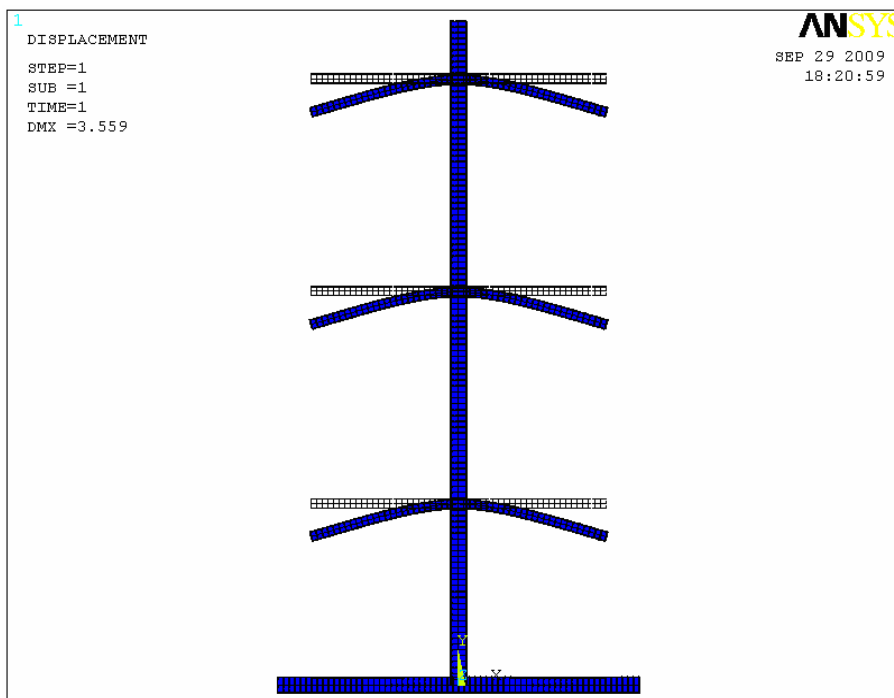
Obr.39 Detailní zobrazení napětí jiný pohled.

#### 5.2.1.9 Deformovaný rám:

Maximální deformace je  $\delta = 3,56\text{mm}$ . Což je zanedbatelná hodnota deformace na konzole rámu (viz. Obr.40).



Obr.40 Maximální deformace na rámu konzoly.



Obr.41 Maximální deformace rámu konzoly.

#### **5.2.1.10 Zhodnocení výsledků výpočtu pomocí MKP Ansys.**

Při konstrukci modelu jsem využil konečno prvkový model. S výsledku vyplývá, že ten to návrh splňuje všechny požadavky kontroly.

#### **5.2.2 Jednostranný konzolový regál**

Pro výpočty bylo použito makro Stabilita.mac a Napeti.mac. Makro napeti.mac provede statickou analýzu, makro stabilita.mac vypočte minimální sílu pro lineární ztrátu stability tvaru.

##### **5.2.2.1 Tvorba modelu:**

Vytvoří se model pomocí bodů a čar. Byl použit model vytvořený prvky Beam 188 (prostorový), při použití elastické ztráty stability. Tento element vyžaduje bod, který určí polohu průřezu. Je vhodný i pro velké deformace.

##### **5.2.2.2 Materiálové vlastnosti: pro materiál 11 373.**

Modul pružnosti v tahu  $E = 2,1 \cdot 10^5$  MPa.

Poissonovo číslo  $\mu = 0,3$  [-].



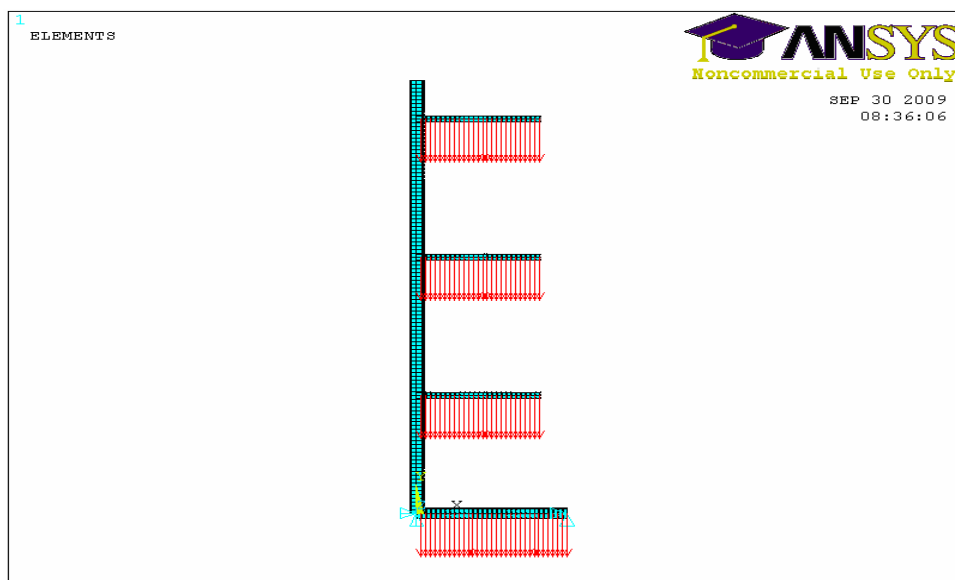
**5.2.2.4 Rozložení síly F do všech uzlů na rameni:**

$$F = 2000N$$

Byla zvolena velikost elementu 50 mm.

Profil IPE 80  $F_y = -76,923N$  do 26 uzlů pro jedno rameno.

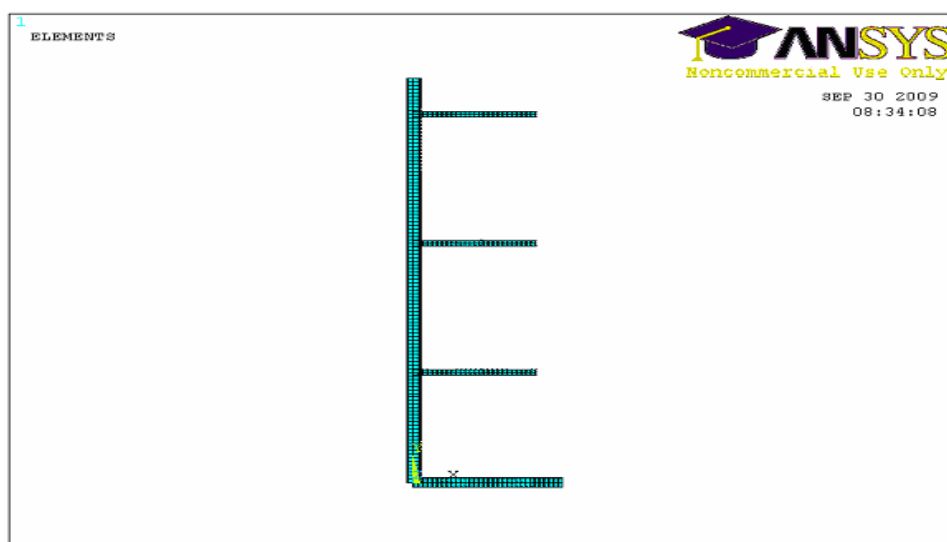
Profil IPE140  $F_y = -62,5N$  do 32 uzlů pro jedno rameno.



**Obr.43 Rozložení sil na rám konzole.**

**5.2.2.5 Sít'ování (meshing):**

Přiřadí se příslušným čarám jejich průřezy včetně vysít'ování (viz. Obr.44).



**Obr.44 Vysít'ování konzole rámu.**

**5.2.2.6 Zavedení okrajových podmínek:**

V místě bodů K2, K3 byly odebrány posuvy ve směru x, y. Jelikož se jedná o rovinnou úlohu, je nutné odebrat všem uzlům posunutí ve směru z a natočení okolo os x, y.

**5.2.2.7 Výpočet elastické ztráty stability materiál:**

Byl použit lineární isotropní materiál.

Modul pružnosti v tahu  $E_X = 2,1 \cdot 10^5$  MPa.

Poissonovo číslo  $\nu_{XY} = 0,3$  [-].

Výpočet byl proveden pomocí makra Stabilita.mac. Nejprve se provede statická analýza (získáme matici geometrické tuhosti), následně se provede analýza lineární ztráty stability (eigen buckling).

Zajímá nás první vlastní tvar. Ostatní vlastní tvary se jen zkontrolují, nejsou-li jejich hodnoty blízko prvnímu tvaru.

	$\lambda$ [-]
1.	27,9
2.	200,4
3.	536,5
4.	1006,8
5.	1655

**Tab. 3** Kolika násobně je větší kritická síla oproti zadané síle.

$\lambda$  [-] představuje kolika násobně je větší kritická síla oproti zadané síle v této úloze.

$$F_{KRIT}^{EL} = \lambda_1 \cdot F$$

Z toho plyne, že nejmenší kritická síla je přibližně 27 krát větší než síla v této úloze, z čehož plyne, že v konstrukci nedojde ke ztrátě stability.

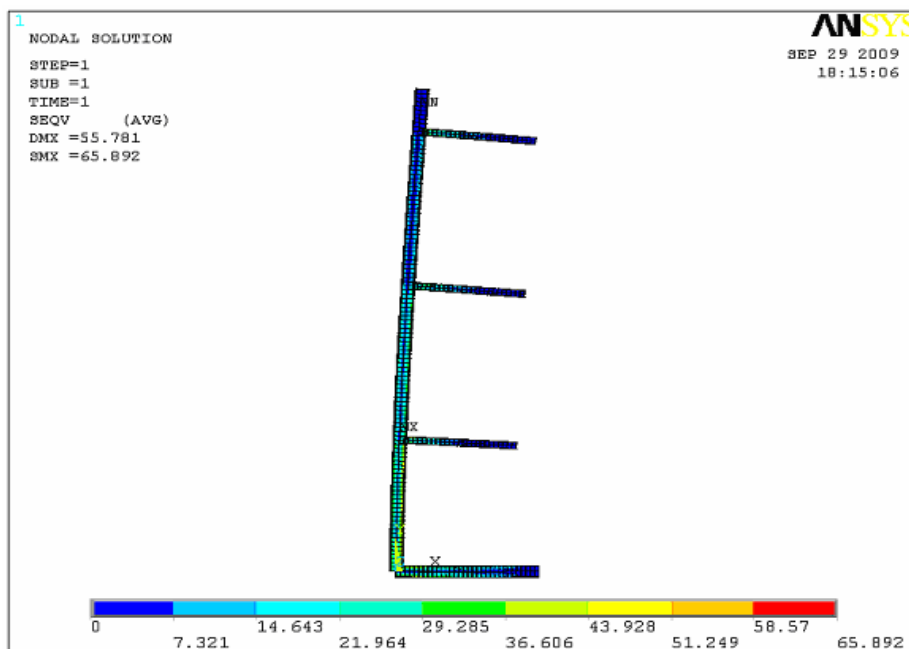
Správnost výsledků ztráty stability byla ověřena na stejném příkladě při zadání sil (o velikosti 2000N) působících v ose nosníku (viz. Obr. níže), přičemž odchylka výsledků je zanedbatelná.



### 5.2.2.8 Výpočet statické analýzy

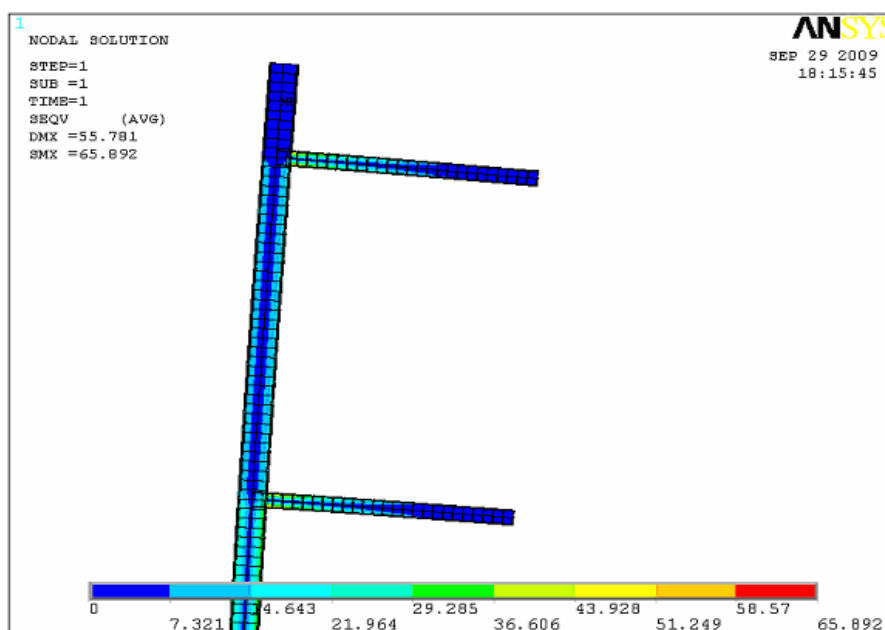
#### Napětí Von Mises:

Lze vidět, že maximální napětí dosahuje hodnoty cca 66 MPa což je hodnota která je mnohem menší než mez kluzu materiálu 11373, z čehož plyne, že je konstrukce navržena správně (viz. Obr.45).

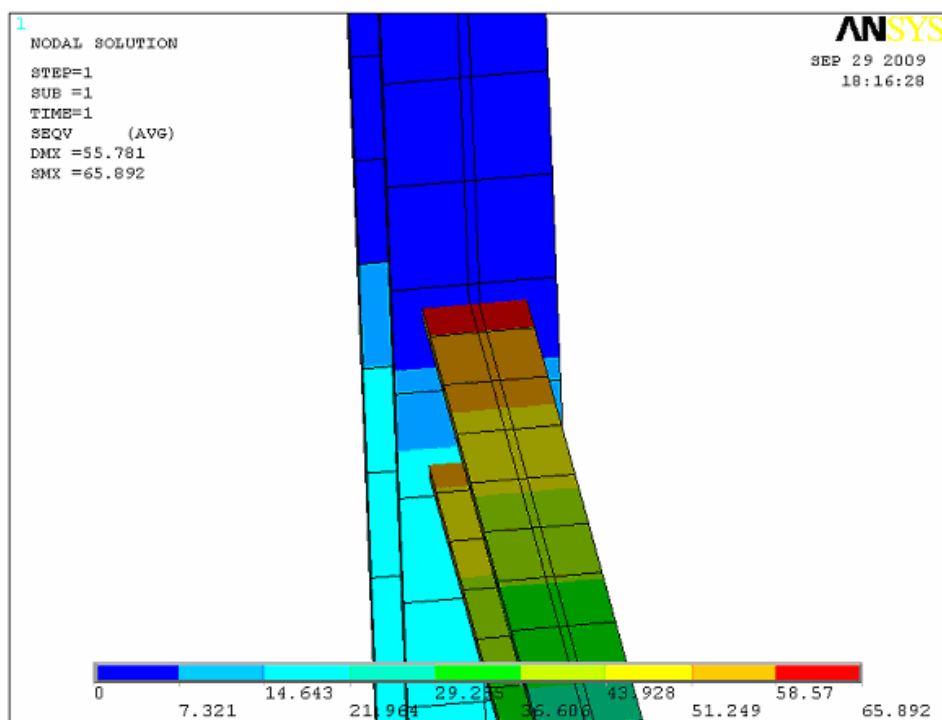


Obr.45 Maximální napětí na konzole rámu.

#### Detailní vyobrazení napětí Von Mises:



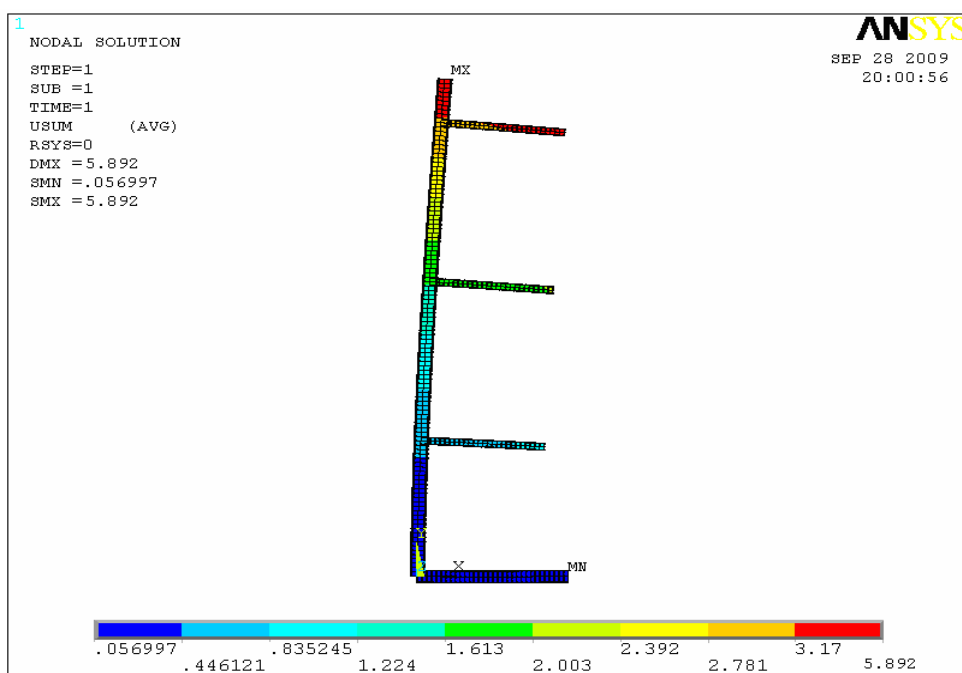
Obr.46 Detailní zobrazení napětí.



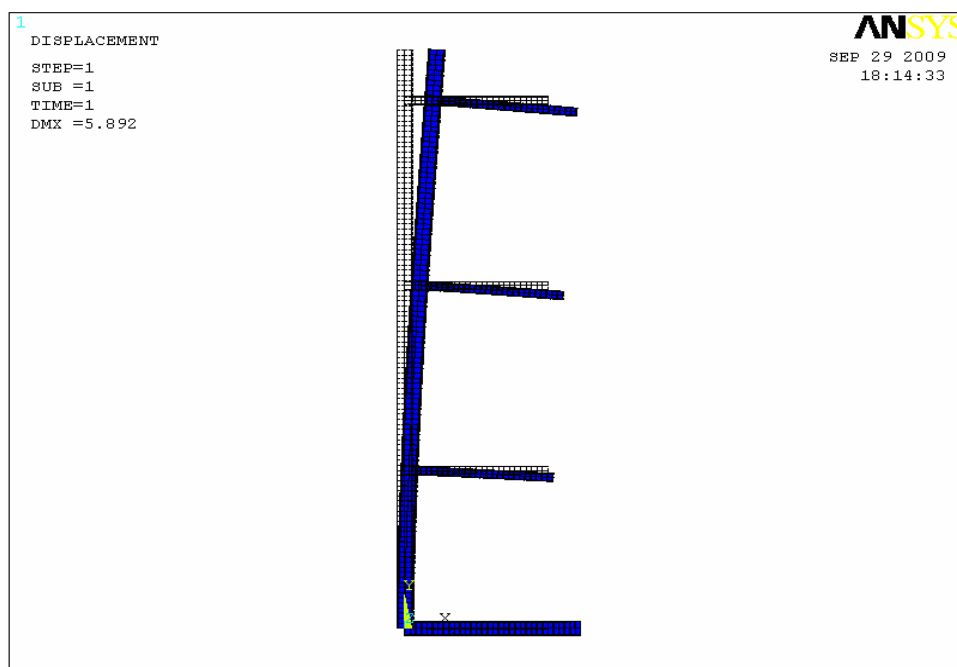
Obr.47 Detailní zobrazení napětí jiný pohled.

**5.2.2.9 Deformovaný rám:**

Maximální deformace je  $\delta = 5,892mm$ . Což je zanedbatelná hodnota deformace na konzole rámu (viz. Obr.48).



Obr.48 Maximální deformace na rámu konzoly.



**Obr.49 Maximální deformace rámu konzoly.**

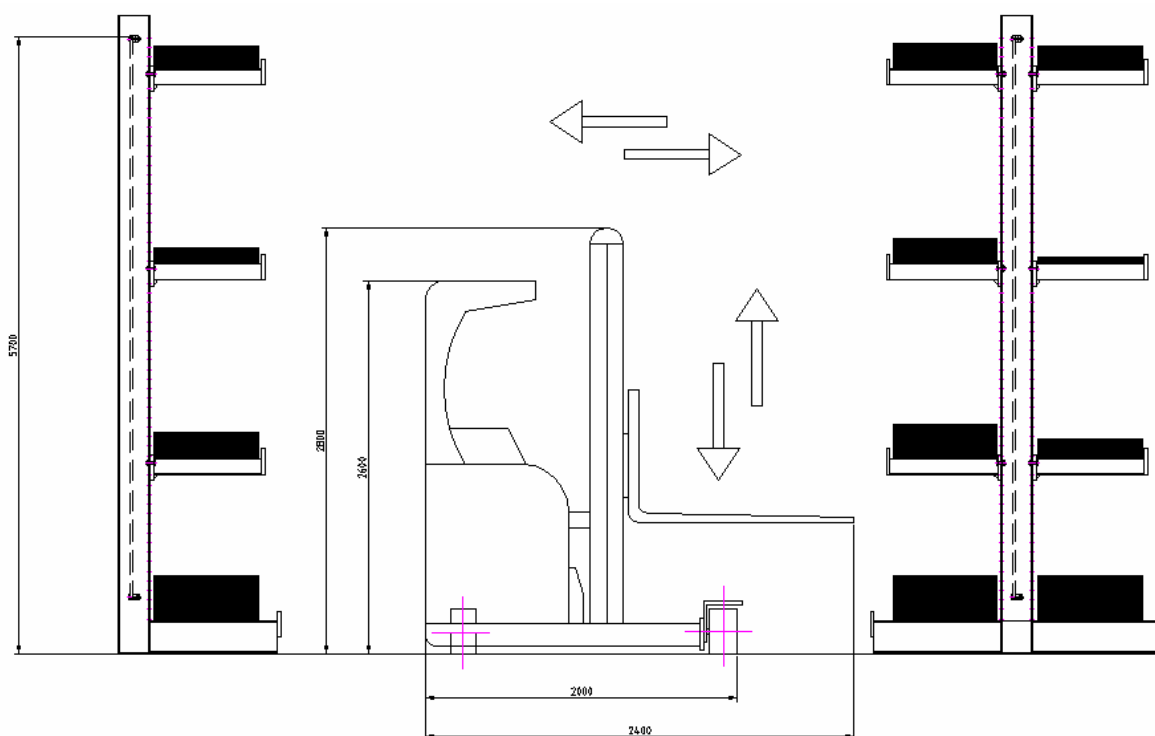
#### **5.2.2.10 Zhodnocení výsledků výpočtu pomocí MKP Ansys.**

Při konstrukci modelu jsem využil konečno prvkový model. S výsledku vyplývá, že ten to návrh splňuje všechny požadavky kontroly.

### **6. Odebírání svitků a polotovarů ze skladu.**

#### **6.1 Pomocí manipulační techniky (Retrak).**

Pro ukládku do regálových polí můžete použít retraky s výsuvným sloupem, které snižují potřebnou šířku manipulačních uliček – dosáhnete tak vyššího využití podlahové plochy skladu. Retraky jsou srdcem mnoha skladových a distribučních systémů, ve kterých vykonávají funkce zakládání a horizontálního transportu. Retraky svou vynikající výkonností, skvělými jízdními charakteristikami výjimečnou bezpečností. Skvělá ergonomie ovládaná dává retraku extrémní flexibilitu. Nominální nosnost je 2000 kg zaručuje skladování a manipulaci široké škály materiálu zboží atp. Velká kvalita všech použitých komponent zaručuje vynikající výkon za všech provozních podmínek. Vzhledem k této výjimečné kvalitě je tento vozík urče i do náročných provozů. Zdvih až 12 metrů.



**Schéma 6. Skladování pomocí retraku.**

Tento druh manipulace s uloženým materiálem je velice flexibilní. Má malé nároky na manipulační prostor. Velké využití nejen pro manipulaci s polotovary svitků plechů. Ale i se svitky.

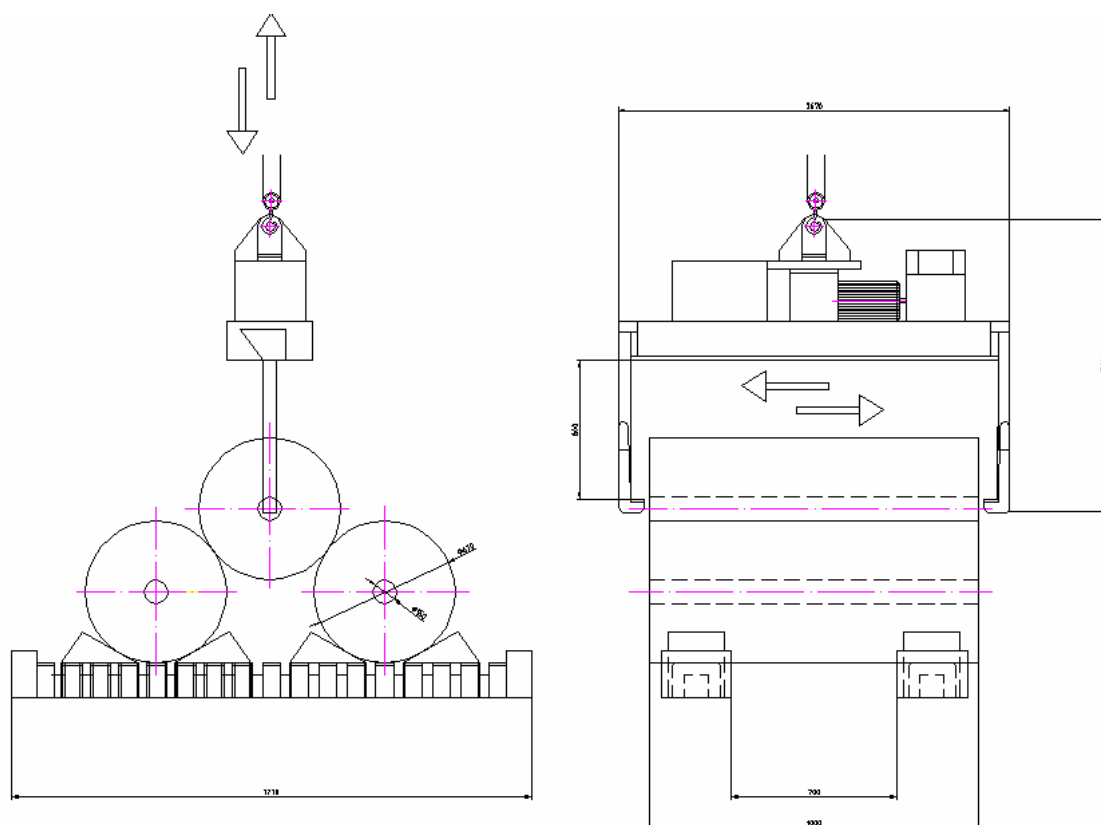


**Obr.50 Využití retraku v provozu skladu.**

## **6.2 Pomocí teleskopických kleští s točnou.**

V současné době sklad není vybaven jeřábovou dráhou, ale musí se s tímto druhem manipulační techniky počítat. Jelikož společnost Kardex s.r.o. hodlá v příštím roce tento druh manipulace nasadit ve svém novém skladě.

Kleště jsou určeny pro manipulaci se svitky ve vodorovné poloze. Jednotlivé kroky jsou kontrolovány snímači (dosednutí na cívkou, sevření, naložení). Světelná signalizace pomáhá obsluze při manipulaci. Výhodou kleští je elektromotorická točna umožňující natáčení svitků kolem svislé osy a velký pracovní rozsah. Teleskopické kleště umožňují otáčení v horizontální rovině o 355 stupňů. Speciální provedení točny umožňuje otáčení bez omezení.



**Schéma 7. Skladování pomocí kleští s točnou.**

## **6.3 Jiné varianty manipulační techniky.**

Mimo těchto dvou zvolených variant lze ve skladu uplatnit i jiné druhy. Záleží jen na politice podniku a logistice skladu, které jiné druhy by se uplatnily, ve skladování svitků plechů a polotovaru. Mezi vhodné varianty lze zařadit:

### **6.2.1 Vysokozdvížené vozíky.**

Vysokozdvížený vozík je mobilní stroj používaný nejčastěji v logistice, stavebnictví, lesnictví i jinde pro převážně vertikální manipulaci s předměty.. Vysokozdvížený vozík je nejčastěji koncipován jako kolový. U čelních vozíků je v přední části stroje umístěno hydraulické zařízení, které umožňuje požadovaný pohyb břemene. K přední konstrukci je možno namontovat mnoho nástavců. Nejobvyklejší jsou paletové vidle. Ve střední části je umístěn motor a to buď spalovací (nafta, plyn), nebo elektromotor. V zadní části se nachází závaží, kvůli stabilitě. Existují i boční vysokozdvížené vozíky a speciální.



**Obr.51 Vysokozdvížený vozík určený pro manipulaci.**

### **6.2.2 Systémové vozíky**

Označení systémové vozíky používáme pro specifickou skupinu výkonných zakládacích a vychystávacích vozíků u kterých je správné sladění společné funkce s regály ještě více důležité než u konvenční techniky. Vyspělá technika systémových vozíků má pouze minimální nároky na potřebnou pracovní uličku. Kombinací příhradových regálů s úzkými uličkami a systémových vozíků lze dosáhnout výkonných skladových instalací s velkou kapacitou uložených palet nebo zboží a současně s vysokou rychlostí manipulace.





**Obr.52 Systémový vozík.**

### **6.2.3 Paletovací vozíky**

Jsou velice jednoduché na konstrukci. Snadná ovladatelnost velké využití v každém výrobním procesu. Různé varianty paletovacích vozíků.



**Obr.53 Různé druhy paletových vozíků.**

## **7.Celkové zaskladnění skladu svitků.**

### **7.1 Ukazatel využití skladové plochy.**

Slouží jako hodnotící údaj při rozbořech skladového hospodářství.

$$K_s = \frac{S}{S_c} \cdot 100$$

S - je plocha pro skladování materiálu [ $m^2$ ]

$S_c$  - je celková plocha skladu [ $m^2$ ]

$$S = 92 \times 25 = 2300 \text{ } m^2$$

$$S_c = 100 \times 31 = 3100 \text{ } m^2$$

$$K_s = \frac{S}{S_c} \cdot 100 = \frac{2300}{3100} \cdot 100 = 74,19\%$$

### **7.2 Závěr hodnocení skladu.**

Ukazatel využití skladové plochy vyšel 74,19 %. Což je dobré skladové hospodářství.

## **8. Závěr**

Zadáním diplomové práce bylo navrhnout koncepci inovačního řešení skladování svitků v podniku. Skladovaný materiál je svitek plechu EN 10327.

Nejprve jsem zhodnotil možné varianty skladování svitků plechů a jejich polotovarů. Popsal jsem vlastnosti materiálu EN 10327 o váze 5790 kg. Navrhl jsem možné varianty skladování. Zhodnotil jsem jejich výhody a nevýhody. Následně jsem vybral nejvhodnější možnost skladování svitků plechů a jejich polotovarů. Následovala výkresová dokumentace. Zhotovil jsem detailní výkres vhodných variant skladování. Dále koncepci skladu a jeho vyskladňování. Taktéž dispoziční schéma skladu.

Podle detailního výkresu konzolových regálů jsem konstruoval model v programu MKP Ansys. Pomocí tohoto programu jsem kontroloval konzolové regály. Nejprve následovaly potřebné operace, ke konstrukci modelu. Pomocí tohoto modelu jsem kontroloval konzolové regály. Na napětí a posunutí ve všech třech osách. Podle získaných údajů jsem zjistil, vše splňuje podmínky konstrukce.

Dále jsem navrhoval nejvhodnější varianty manipulační techniky. Vhodné pro skladování svitků plechů. Vypočítal jsem ukazatel zaskladnění plochy skladu. Což ukázalo, že sklad je navrhnout správně.

## **9. Použitá literatura**

- [1] Firemní materiály firmy Kardex s.r.o a internetové stránky [www.kardex.cz](http://www.kardex.cz)
- [2] Gros, Ivan, Logistika. Vydavatelství VŠCHT, Praha 1996. ISBN 80-7080-262-6
- [3] Fiala, J. Strojnické tabulky I až III. Praha. SNTL, 1989.
- [4] Dražan, F., Jeřábek, K. Manipulace s materiálem. Praha: SNTL, 1974.
- [5] Slíva, A., Základy logistiky. Ostrava: 2004. ISBN 80-248-0678-9
- [6] Cituji z internetových článků Wikipedie dne 28.8.2009 v 17:00. Webová adresa [http://www. Wikipedie.cz](http://www.Wikipedie.cz)
- [7] Cituji z firemních listů skladuj dne 28.8.2009 v 18:00. Webová adresa <http://www.skladuj.sk>
- [8] Cituji z firemních listů cws-anb dne 28.8.2009 v 20:00. Webová adresa <http://www.cws-anb.cz>
- [9] Cituji z internetových stránek seznam-manipulační technika dne 29.8.2009 v 15:50. Webová adresa <http://www.seznam-manipulační technika.cz>
- [10] Cituji z firemních listů dirp dne 29.8.2009 v 18:00. Webová adresa <http://www.dirp.cz>
- [11] Cituji z firemních zpráv paletové-systémy dne 29.8.2009 v 20:00. Webová adresa <http://www.paletove-systemy.cz>, 2009
- [12] Cituji z firemních podkladů mmspektrum dne 30.9.2009 v 15:00. Webová adresa <http://www.mmspektrum.com>

[13] Cituji z internetových stránek .tak-irgs dne 31.8.2009 v 16:00. Webová adresa <http://www.tak-irgs.cz>

[14] Cituji z firemních listů tedox dne 31.8.2009 v 17:00. Webová adresa <http://www.tedox.cz>

[15] Cituji z firemních podkladů prestar dne 31.8.2009 v 18:00. Webová adresa <http://www.prestar.cz>

[16] Cituji z internetových stránek vysokozdvýžné-vozíky dne 31.8.2009 v 20:00. Webová adresa [http:// www.vysokozdvyzne-voziky.cz](http://www.vysokozdvyzne-voziky.cz)

## **10. Seznam příloh**

### **10.1 Výkresová dokumentace**

BAC048-01-01	Konzolový regál 1
BAC048-01-02	Sestava konzolový regál 1
BAC048-01-03	Sestava konzolový regál 2
BAC048-01-04	Konzolový regál 2
BAC048-01-05	Kolejnicová dráha
BAC048-01-06	Klín kolejnice
BAC048-01-07	Skladovací systém
BAC048-01-08	Dispoziční schéma skladu
BAC048-01-09	Odebírání materiálu

Závěrem diplomové práce bych rád poděkoval doc. Ing. Aleši Slívovy Ph.D. za rady a podnětné připomínky při řešení diplomové práce.



